Ex Libris *No.* 468

SIR WILLIAM CROOKES, D.Sc., F.R.S.

Revue générale

des Sciences

pures et appliquées

TOME VINGTIÈME

Revue générale des Sciences

pures et appliquées

PARAISSANT LE 15 ET LE 30 DE CHAQUE MOIS

DIRECTEUR : **Louis OLIVIER**, DOCTEUR ÈS SCIENCES

TOME VINGTIÈME

1909

AVEC NOMBREUSES FIGURES ORIGINALES DANS LE TEXTE

Librairie Armand Colin

5, rue de Mézières, Paris

NATIONAL AGRICULTURAL LIBRARY

20e ANNÉE N° 1 15 JANVIER 1909

Revue générale des Sciences pures et appliquées

DIRECTEUR : **LOUIS OLIVIER**, Docteur ès sciences.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. L. OLIVIER, 15, rue Chauveau-Lagarde, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et dans tous les pays étrangers, y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Distinctions scientifiques

Election à l'Académie des Sciences de Paris. — Dans sa séance du 28 Décembre, l'Académie des Sciences de Paris a procédé à l'élection d'un membre dans sa Section de Physique en remplacement du regretté E. Mascart. La Section avait présenté en première ligne M. P. Villard et en deuxième ligne MM. D. Berthelot, E. Branly, André Broca, A. Cotton, H. Pellat et A. Pérot. Au premier tour de scrutin, M. Villard a obtenu 34 voix contre 18 données à M. Branly. En conséquence, M. Villard a été déclaré élu.

Le nouvel académicien a débuté dans la science par une importante série de recherches sur la dissolution des gaz dans l'eau et sur les propriétés des hydrates de gaz, puis sur les gaz liquéfiés et les phénomènes critiques. Mais son activité s'est surtout portée sur le domaine des nouvelles radiations : rayons cathodiques, rayons de Roentgen, rayons du radium et des corps radio-actifs ont été tour à tour l'objet de fructueux travaux, qui ont contribué pour une part importante aux progrès de cette branche de la Physique. On lui doit notamment la découverte des rayons magnéto-cathodiques. La *Revue*, à laquelle M. Villard a quelques fois collaboré, est heureuse de le féliciter de la haute sanction que ses belles recherches viennent de recevoir.

§ 2. — Nécrologie

E.-T. Hamy. — Avec le Professeur Hamy, disparaît l'une des figures importantes du monde scientifique. Quarante années durant, il a travaillé avec acharnement à augmenter nos connaissances dans les domaines les plus variés : Anatomie, Anthropologie, Ethnographie, Géographie, Archéologie, Histoire des Sciences et des Arts; et, dans tous ces domaines, il a déployé un talent profond et mis à profit une érudition des plus riches.

Né à Boulogne-sur-Mer, le 22 juin 1842, Théodore-Jules-Ernest Hamy manifesta, encore collégien, un goût prononcé pour les études archéologiques et historiques; mais, suivant la volonté de ses parents, il alla à Paris étudier la Médecine. L'époque à laquelle il commença ses études médicales, qu'il poursuivit avec succès jusqu'en 1868 où il prit le diplôme de docteur, était particulièrement favorable à l'éclosion des vocations anthropologiques. Sous la puissante impulsion donnée par P. Broca, la jeune Société d'Anthropologie était alors le centre où l'on discutait avec ardeur les questions les plus passionnantes se rapportant aux théories transformistes, à l'ancienneté et à l'origine de l'Homme, à la place de l'Homme parmi les êtres organisés, etc. Aussi, sous l'influence de Broca, qui l'attacha plus tard à son laboratoire d'Anthropologie à l'Ecole des Hautes Etudes, Hamy inaugura la série de ses travaux scientifiques par une modeste Communication à la Société d'Anthropologie (1865) sur les silex taillés trouvés aux environs de sa ville natale. En relisant cette Communication, on peut y trouver, comme en germe, les qualités maîtresses du génie scientifique de Hamy : précision dans les détails, scrupule de la vérité scientifique, préoccupation constante d'évoquer le témoignage de l'Histoire et de l'Ethnographie pour éclaircir les questions anthropologiques et préhistoriques. Bientôt, le domaine de ses recherches s'élargit. Il entreprend des travaux sur les particularités anatomiques qui rapprochent ou éloignent l'Homme des autres animaux : sa thèse sur la signification de l'intermaxillaire de l'Homme (1868), ses communications à la Société d'Anthropologie sur l'épine nasale dans l'ordre des Primates, sur la longueur de l'avant-bras, relativement plus considérable chez le nègre que chez le blanc, et tant d'autres ont fourni des faits et des conclusions, dont plusieurs gardent encore toute leur valeur.

Ayant eu l'occasion de faire un voyage en Egypte, Hamy établit scientifiquement, dès 1869, l'existence de l'Homme paléolithique en Egypte, existence confirmée depuis par les fouilles de Flinders Petrie, de Morgan, de Schweinfurth et de tant d'autres savants. Un an après, il publie son *Précis de Paléontologie humaine*, modèle d'un résumé de l'état des connaissances à cette époque, ouvrage que, aujourd'hui encore, on consulte avec fruit.

Nommé en 1872 aide-naturaliste au Muséum, Hamy entreprend, avec son maître A. de Quatrefages, un travail colossal qui ne fut achevé que dix ans plus tard : le grand volume des *Crania Ethnica*, mine inépuisable de documents craniologiques sur les peuples du monde

entier, depuis les temps quaternaires jusqu'à nos jours.

Toute une génération d'anthropologistes français et étrangers a vécu, s'appuyant sur les données puisées chez les savants auteurs des *Crania Ethnica*. Dans ce grand Ouvrage, comme dans les nombreuses Notes sur les crânes des populations préhistoriques ou encore existantes à la surface du Globe, Hamy se préoccupait moins de la valeur des caractères morphologiques au point de vue général, que de la recherche des caractères qui puissent établir la parenté ou la diversité des races humaines.

Mais d'autres préoccupations hantaient aussi l'esprit actif de Hamy. Chargé d'organiser à l'Exposition Universelle de 1878 la Section anthropologique et ethnographique, il se passionne pour l'Ethnographie pure, et, à peine l'Exposition passée, il profite de l'occasion pour réunir les objets offerts gracieusement à l'Etat par nombre d'exposants et créer le noyau d'un Musée ethnographique, qu'il cherche ensuite à caser dans un bâtiment quelconque. Heureusement, le Trocadéro est là, inoccupé pour le moment. Il fait démarche sur démarche, et obtient la création du premier Musée ethnographique en France. En 1882, il en fut nommé directeur. Il arrange alors en quelques mois la belle galerie américaine, que tout le monde connaît et dont il a décrit les pièces les plus remarquables dans un beau volume publié en 1897.

Le travail muséologique mène Hamy à un nouveau champ de recherches qui se révèle aussi fertile que les autres par lui cultivés. Il se passionne pour l' « Américanisme », et, non content de publier de nombreux Mémoires (*Décades américaines*), etc., ayant trait aux populations précolombiennes et actuelles de l'Amérique, il provoque, grâce au concours généreux de Mécènes comme L. Augrand et le duc de Louba, la création : d'une « Société des Américanistes », d'un prix spécial pour récompenser les meilleurs ouvrages sur l'Ethnographie américaine, enfin d'une chaire d'Américanisme au Collège de France.

Au retour d'une exploration ethnographique dans le Sud de la Tunisie, Hamy avait été élu en 1890 membre libre de l'Académie des Inscriptions et Belles Lettres, et, deux ans après, il avait succédé à de Quatrefages à la Chaire d'Anthropologie du Muséum. Dans ses leçons, très brillantes, il savait toujours donner cette nuance ethnographique qui faisait la nouveauté et le charme de son enseignement.

Tout en continuant cet enseignement, Hamy revint petit à petit aux études favorites de sa jeunesse, à l'histoire de la science. Il avait d'abord entrepris d'écrire l'Histoire du Muséum, et les fragments de cette Histoire qui ont paru montrent sur quelle vaste échelle il a établi le plan de son œuvre. Malheureusement, sa mort laisse cette œuvre inachevée. En même temps, il s'était fait historiographe d'un grand nombre de savants et surtout des artistes et des voyageurs scientifiques. Bien préparé par ses nombreuses recherches dans le domaine de la Géographie, il a écrit, dans ses dernières années, plusieurs volumes qui mettent en relief les figures de Geoffroy Saint-Hilaire, de Humboldt, de Bompard, de Dombey et de tant d'autres voyageurs-naturalistes.

D'ailleurs, ce n'est pas seulement au point de vue rétrospectif que Hamy s'est occupé des explorateurs. Il n'a cessé d'être en relation avec un grand nombre de nos voyageurs, depuis l'époque, déjà lointaine, où, grâce à son initiative, Désiré Charnay et Alphonse Pinart nous révélaient les premiers aspects de l'Ethnographie américaine, jusqu'à ces derniers jours où il classait les riches collections ethnographiques rapportées par Desplagnes de l'Afrique et par le Dr Rivet de l'Equateur.

Dans ses nombreuses fonctions, au Muséum comme au Trocadéro, dans les Commissions du Ministère comme aux Sociétés d'Anthropologie et de Géographie, dans les Congrès nationaux ou internationaux qu'il a si souvent présidés, partout Hamy a su conquérir l'estime et l'affection de ceux qui l'approchaient. Grâce à sa force de travail et à son énergie opiniâtre, il a su créer, avec des ressources minimes, comme il n'arrive que trop souvent malheureusement dans notre pays, des institutions scientifiques de premier ordre; et, non content de faire des recherches personnelles, il a su provoquer des voyages scientifiques d'une réelle valeur.

J. Deniker,
Bibliothécaire au Muséum national d'Histoire naturelle.

§ 3. — Astronomie

La variation des latitudes. — La connaissance du mouvement du pôle terrestre à la surface de notre Globe se précise de plus en plus, et l'on parvient maintenant à reconnaître les variations systématiques dues aux erreurs d'observation dans la réduction des observations internationales.

La hauteur du pôle en un point est donnée par l'angle formé par la ligne horizontale tracée en ce point avec la direction de l'axe de rotation de la Terre, en supposant que cet axe de rotation est invariable. Cette hauteur du pôle au-dessus de l'horizon définit la latitude géographique du lieu. On détermine généralement cette hauteur polaire en mesurant, aussi rigoureusement que possible, la distance au zénith de certaines étoiles fixes dont on connaît exactement la distance polaire dans le ciel. La connaissance de la latitude géographique dépend donc de trois éléments : 1° de la direction de la ligne verticale au point d'observation; c'est elle qui donne la position exacte du zénith; 2° des positions des étoiles observées sur la sphère céleste; 3° de la position de l'axe de rotation dans le globe terrestre.

Vers le milieu du XVIIIe siècle, Euler, dans sa « Théorie de la rotation de corps solides autour d'un axe mobile », montra qu'il devait se présenter à la surface de la Terre des variations de hauteur polaire ou de latitude, dues à une sorte de « tremblement » du pôle dont une révolution entière devait s'accomplir en dix mois. Les observations de latitude furent examinées avec le plus grand soin par les astronomes de l'époque. Mais le résultat fut négatif. Le pôle paraissait immobile, et la question semblait même si bien résolue que M. Chandler, trouvant un mouvement apparent du pôle dans ses observations faites en 1885 avec un instrument de son invention, l'Almucantar, crut à une erreur d'observation et ne continua pas ses recherches.

Peu après, cependant, le Dr Küstner, de Berlin, publiait ses propres observations, faites presque à la même époque et indiquant aussi un léger mouvement du pôle. L'attention du monde savant se trouvait ainsi appelée sur la question; en 1889, la Commission internationale de Géodésie prit l'initiative d'organiser une action combinée des observatoires de Berlin, Potsdam, Prague et Strasbourg. Cette Commission mit en évidence une variation périodique des latitudes géographiques.

Entre temps, le Dr Chandler reprenait la même étude en compulsant les observations déjà faites et en déterminant ainsi le mouvement du pôle. Ses recherches devaient être couronnées de succès.

Mais, tandis qu'Euler, se basant sur la rigidité absolue de la Terre, avait admis une période de dix mois, Chandler trouvait une période de quatorze mois d'après les mesures expérimentales.

Il s'ensuivit une ardente polémique, au cours de laquelle le Dr Chandler dut soutenir seul son opinion contre les mathématiciens. Ces derniers continuèrent à se ranger du côté d'Euler, dont les calculs étaient exacts, et Chandler continua à croire l'expérience, les sources d'erreur d'observation ayant été rigoureusement contrôlées.

C'est au Professeur Newcomb que revient l'honneur d'avoir su mettre d'accord l'observation et le calcul. Les théoriciens assimilaient la Terre à un corps rigide, ce qui explique les divergences dans les résultats. Les observations récentes de l'Association géodésique inter-

nationale montrent que la courbure moyenne de la trajectoire du pôle est de 305° par an. Le pôle terrestre, de ce fait, accomplit donc une révolution complète en quatre cent trente-deux jours, valeur très voisine de celle de Chandler, qui admettait quatre cent vingt-sept jours.

La différence entre le temps de révolution constaté et celui d'Euler — obtenu au moyen du calcul — est de cent vingt-sept jours, et M. Newcomb a montré que cette différence s'explique si l'on ne tient pas compte d'une certaine élasticité du géoïde terrestre. Les travaux de Hough et de certains autres physiciens ont amené aux mêmes conclusions.

Ces variations du pôle sont, d'ailleurs, très irrégulières et ne suivent aucune règle fixe, du moins en apparence. On a tenté plusieurs explications qui, pour la plupart, ont probablement un fond de vérité.

Qu'il nous soit permis, en terminant, de dire notre opinion à ce sujet : Le phénomène est dû en grande partie aux dépôts de condensation : pluie, masses d'eau, neiges, etc., autour de la calotte polaire. Or, cette condensation irrégulière est probablement liée au pouvoir calorifique du Soleil qui change à chaque instant. Une étude de la radiation solaire, dont l'*inconstance* est maintenant hors de doute, peut donc seule nous donner la clef du mystère et nous permettre peut-être la prévision des points d'inflexion de la courbe, qui est liée, on le sait depuis les travaux de Milne, aux grands tremblements de terre.

Abbé Th. Moreux,
Directeur de l'Observatoire de Bourges.

§ 4. — Art de l'Ingénieur

Les navires à propulsion électrique. — La propulsion électrique n'est employée que très rarement à bord des navires : à part certaines embarcations utilisées pour le service des ports militaires, on ne la trouve guère que sur les sous marins, où le moteur électrique alimenté par des accumulateurs est jusqu'ici le seul dont on puisse se servir pour la marche en plongée. Mais jusqu'ici on n'avait pas envisagé l'emploi de l'électricité pour la marche de bâtiments de commerce tels que les cargo-boats, pour lesquels l'économie de fonctionnement est une des qualités les plus nécessaires.

C'est l'extension des turbines qui a amené à cette conception. On sait que des expériences comparatives, faites entre des navires semblables munis, les uns de turbines, les autres de machines alternatives, ont fait constater en faveur des premières une économie de combustible pouvant aller jusqu'à 10 °/₀ pour une même vitesse — à condition seulement que le nombre de tours de la turbine soit grand et qu'elle fonctionne à une puissance voisine de son maximum. Comme, d'autre part, l'économie de poids et d'encombrement est également très sensible, et qu'enfin, la turbine exigeant moins de surveillance, l'adoption de ce mode de propulsion permet de réduire le personnel mécanicien, on comprend que la généralisation de son emploi ait été si rapide pour tous les paquebots à grande vitesse et bâtiments des marines militaires.

Mais, pour les navires à faible vitesse, il y a un facteur très important dont il faut tenir compte : c'est le rendement de l'hélice; ce rendement diminue très vite quand la vitesse de rotation augmente; aussi les navires de charge peu rapides ne s'accommodent-ils pas des grandes vitesses de rotation. Il ne saurait donc être question de les faire mouvoir par des turbines, si l'on ne s'était avisé de tourner la difficulté de la manière suivante : la turbine actionne une dynamo génératrice dont le courant commande une dynamo réceptrice placée sur l'arbre porte-hélice.

Cette combinaison paraît à première vue inutilement compliquée et dispendieuse : si l'on admet pour chacune des dynamos le rendement moyen de 0,94, le rendement de l'ensemble ne sera que de 0,88, c'est-à-dire que la perte, du seul fait de l'emploi de l'électricité, est de 12 °/₀ de l'énergie fournie par la machine à vapeur.

Mais cette dernière peut être une turbine à très grande vitesse (1.500 à 2.000 tours), tandis que la dynamo réceptrice actionnant l'hélice tournerait à 70 à 80 tours; par rapport à une machine alternative qui commanderait directement son hélice à une vitesse de 300 tours par exemple, on peut avoir un gain de 10 °/₀ du fait du très grand nombre de tours de la turbine, et un autre de 10 °/₀ dû au meilleur rendement de l'hélice à faible vitesse; le total dépasse légèrement la perte provenant des moteurs électriques. Il faut dire, en outre, que l'économie de consommation de vapeur permettra de réduire dans la même proportion la puissance des chaudières, d'où un bénéfice très important sur le poids et l'encombrement des appareils moteurs. Enfin, une telle combinaison aurait encore l'avantage que le bâtiment qui en serait muni pourrait marcher presque instantanément en arrière à toute puissance, ce qui est impossible avec les turbines, qui ne sont pas réversibles : les navires munis de turbines sont obligés jusqu'ici d'avoir pour la marche en arrière une machine spéciale, que naturellement on fait moins puissante, par économie; il y a tout à avantage à s'affranchir de cette complication.

En définitive, la propulsion électrique, malgré les apparences et grâce aux nouveaux moteurs à vapeur, apparaît comme utilisable et avantageuse pour la classe la plus nombreuse des bâtiments. Des essais sont en cours pour vérifier les chiffres cités plus haut, et, si l'expérience est favorable, on peut s'attendre à des applications immédiates en grand nombre.

§ 5. — Physique

Sur les gaz formés dans les tubes à décharge. — Dans des expériences récentes, M. R. von Hirsch[1] constatait entre la tension p du gaz et le potentiel explosif V, dans la production des rayons cathodiques au sein des tubes à décharge employant comme source de courant une machine à influence, l'existence d'une relation $p^2V = \text{const.}$, dans le cas où le tube est rempli d'un gaz pur et non pas d'un mélange de gaz. D'autre part, il a remarqué que les électrodes d'aluminium ordinaire renfermant du sodium dégagent, sous l'effet de la décharge, un gaz caractérisé par une valeur bien définie de p^2V et qui, par conséquent, semblait devoir être considéré comme gaz pur.

Dans un travail ultérieur[2], l'auteur s'est posé la tâche d'établir la nature de ce gaz; comme les expériences antérieures lui permettaient de supposer qu'il s'agit d'une modification de l'hydrogène, il soumet le gaz à l'action de l'oxyde de cuivre incandescent.

Le filament d'une lampe à tantale ayant été remplacé par un fil de cuivre mince, la lampe ainsi modifiée est reliée au tube à décharge, après quoi les résidus de gaz restant après l'établissement du vide sont chassés par l'échauffement. Le fil de cuivre est enfin oxydé à sa surface par l'incandescence au sein de l'air atmosphérique. Cette lampe consomme entièrement (ou plutôt à environ un millième de mm. de mercure près) l'hydrogène introduit au rouge sombre et en présence de P^2O^5.

Ces expériences donnent comme résultat que les électrodes en aluminium, à traces de sodium, renferment, non pas de l'hydrogène pur, mais un mélange remarquable à parties égales d'acide carbonique et d'hydrogène. Ce mélange, qui présente de grandes analogies avec le point eutectique des mélanges fondants ou bouillants, se forme spontanément sous l'action des décharges, tout excès de CO^2 ou de H^2 disparaissant par l'établissement spontané du vide, suivant que la teneur en H^2 est inférieure ou supérieure à 50 °/₀.

[1] *Phys. Zeitschr.*, t. VIII, p. 461, 1907.
[2] *Phys. Zeitschr.*, t. IX, p. 603, 1908.

L'actinium C, nouveau produit éphémère de l'actinium. — Au cours de leurs recherches relatives aux rayons β de l'actinium, M. O. Hahn et Mlle L. Meitner[1] observèrent que la décroissance d'activité du dépôt actif se fait d'abord plus lentement qu'il ne faudrait s'y attendre sur la base des périodes de décomposition connues de l'actinium A et de l'actinium B. En répétant leurs expériences sur des feuilles métalliques induites à poses variables (examinées au point de vue de la variation temporaire de leur activité, simultanément dans un électroscope α et un électroscope β), ils ont constaté, surtout dans le cas d'une pose courte, que la variation de l'activité β se comporte d'une façon essentiellement différente de celle de l'activité α. Aussi l'idée s'est-elle présentée que ces déviations seraient dues à un produit jusqu'ici inconnu, de durée courte par rapport à celle de l'actinium A.

Les expériences systématiques faites pour séparer cette substance hypothétique ont permis de démontrer que le dépôt actif de l'actinium se compose, en effet, non pas de deux produits, suivant les idées généralement acceptées, mais de trois composantes bien caractérisées, à désagrégation rapide, à savoir l'actinium A, l'actinium B et l'actinium C.

La période de désagrégation du nouveau produit, dit actinium C, qu'on sépare de différentes façons de l'actinium A, s'est trouvée être de 5,10 minutes. Tout en émettant les rayons β(+γ) jusqu'ici attribués à l'actinium B, ce produit n'émet point de rayons α.

Les rayons α du dépôt actif ne sont dus qu'à l'actinium B. Les auteurs déterminent de nouveau, et par des mesures directes, la désagrégation de ce produit préparé indépendamment de l'actinium A. La période de désagrégation se trouve être de 2,5 minutes, ce qui concorde parfaitement avec la valeur calculée par Bronson. L'ordre des produits est déterminé à l'aide des courbes ascendantes d'actinium B originellement exempt d'actinium C.

Le dépôt actif de l'actinium se compose par conséquent des produits suivants :

PRODUITS	RAYONS	PÉRIODES
—	—	—
Actinium A	(très absorbables)	36 minutes.
— B	α	2 min. 5.
— C	β(+γ)	5 min. 10.

La courbe théorique ascendante de l'actinium B, originellement exempt d'actinium C, aussi bien que les courbes d'équilibre des activités α et β du dépôt actif, concordent parfaitement avec les courbes données par l'expérience.

§ 6. — Électricité industrielle

L'emploi de l'électricité pour le dégel de la neige. — Pour débarrasser les rues de nos villes des masses souvent considérables de neige qui les encombrent, l'on s'est borné jusqu'ici à rassembler la neige à l'aide de balais ou de balayeuses mécaniques, puis à la transporter à un dépôt situé en dehors de la ville ou à la déverser dans les rivières et canaux. Ce procédé est primitif et peu hygiénique.

Les quelques tentatives jusqu'ici faites en vue d'un dégel artificiel de la neige des rues n'ont guère été heureuses : les dispositifs de dégel à vapeur, en dehors du danger d'explosion et du bruit gênant produit par leur fonctionnement, ont donné des résultats très peu satisfaisants.

M. Heine, à Berlin, vient de faire des essais très satisfaisants avec un dégeleur de neige électrique, dans la disposition duquel les derniers progrès faits par la technique américaine dans la construction des radiateurs électriques ont été utilisés. Ce dispositif, basé sur une expérience très étendue, s'adapte parfaitement à la nature de la substance qu'il s'agit de faire fondre; il se compose de matières d'une grande conductivité. D'une hauteur relativement petite, il se prête particulièrement à l'emploi dans les rues très fréquentées, et il présente une superficie chauffante aussi considérable que possible par rapport à une couche de neige de faible épaisseur.

Des boîtes de contact, communiquant avec la canalisation électrique, seront disposées, pour alimenter les dégeleurs de l'énergie électrique dont ils ont besoin, aux poteaux télégraphiques, aux avertisseurs d'incendie, aux réverbères, aux murs, aux caves, etc. ; ces boîtes pourront être utilisées en même temps pour l'actionnement d'autres machines, telles que les pompes à incendie électriques, jusqu'ici opérées par des accumulateurs. Ces dispositifs seront installés aussi près que possible de la canalisation municipale, pouvant recevoir directement l'eau de dégel. La boue produite en même temps (lorsqu'elle ne pourra pas être introduite directement dans les tuyaux de canalisation) sera enlevée par des voitures ou des automobiles.

D'après les expériences déjà faites, le coût total, par mètre cube, dans les conditions locales, se monterait à 1 franc-1 fr. 60, tandis que le coût du système actuel est de 3 fr. 75. Le surcroît de rapidité et d'efficacité de ce procédé, joint à la sécurité absolue de l'appareil (manié sans le moindre apprentissage spécial), et sa facilité de transport sont cependant des avantages bien plus considérables que cette économie, déjà importante en elle-même. La consommation de courant est contrôlée à tout moment par un compteur disposé sur la paroi antérieure de l'appareil.

Un autre procédé, indiqué par M. Heine pour enlever les masses de neige accumulées dans les rues, procédé particulièrement utile dans le cas des fortes chutes, consiste à employer une automobile collectrice à service mixte (comportant une dynamo entraînée par un moteur à essence, qui fournit l'énergie électrique nécessaire pour actionner le moteur de la voiture), pourvue d'un gratteur mécanique et d'une bande de transport destinée à enlever la neige et à l'introduire dans un réservoir disposé sur le châssis.

La dynamo à essence produit aussi le courant nécessaire pour actionner le moteur de la bande de transport, dont le fonctionnement ressemble beaucoup à celui d'une drague. Les dégeleurs électriques employés dans ce cas sont introduits dans le sol sur les grandes places publiques ou à d'autres endroits convenables, de façon à communiquer avec les conduites de canalisation, dont les entonnoirs recevront le contenu du réservoir collecteur, pourvu d'un fond incliné. Ces mêmes automobiles seraient utilisées en été pour le nettoyage des rues, d'autant plus que leur énergie électrique pourrait servir à actionner les nettoyeurs à vide, effectuant l'enlèvement très rapide de la boue et de la poussière.

L'emploi du dégeleur électrique sera rendu, dans certains cas, particulièrement avantageux en faisant concourir la chaleur de l'eau résiduelle des tuyaux de canalisation au dégel de la neige. On retirera des profits encore plus considérables d'un projet consistant à introduire les dégeleurs dans les tubes à eau de condensation des grandes usines, tubes qui sont toujours à une température bien plus élevée.

Pour certaines d'entre les rues principales, on se servirait enfin d'automobiles collectrices dont le réservoir serait remplacé par un dégeleur disposé au-dessus d'un récipient de 0,5 mètre cube, destiné à recevoir l'eau de dégel d'environ 4 mètres cubes en neige, ce qui dispenserait de la nécessité de décharger le contenu du réservoir à neige dans la bouche de canalisation la plus proche. La dynamo à essence fournirait son courant au dégeleur électrique, pendant les arrêts ou la marche à petite vitesse.

A. Gradenwitz.

[1] *Phys. Zeitschrift*, n° 20, 1908.

§ 7. — Chimie physique

Les effets photographiques des métaux. — On sait que M. J. W. Russell, qui, le premier, a constaté l'action photographique de certains métaux et de substances organiques oxydables, la rapporte aux effets exercés par les vapeurs de peroxyde d'hydrogène, tandis que d'autres auteurs l'attribuent soit à un rayonnement spécial, le rayonnement « métallique », soit aux rayons ultra-violets. D'autre part, les phénomènes photographiques que présentent des corps traités par l'ozone[1] sont également attribués par M. Dony-Hénault à l'action du peroxyde d'hydrogène. Quant à la nature de cette action, les opinions oscillent entre l'hypothèse d'une réaction chimique ordinaire (Russell) et celle d'un rayonnement particulier ou d'une radio-activité.

Dans un travail récent, M. S. Saeland[2] étudie la question de savoir si ces effets photographiques impliquent ou non l'existence d'un rayonnement spontané spécial des métaux et d'autres corps et quelle serait la nature de ce rayonnement tant de fois postulé.

L'auteur constate, au sein de l'air, mais non dans le vide, une diminution graduelle de l'activité d'un métal usé à l'émeri. Un éclairage préliminaire du métal semble être sans le moindre effet sur le phénomène étudié. L'activité métallique n'est pas non plus détruite par un échauffement intense sans éclairage subséquent. Enfin, dans les limites des expériences de l'auteur, les effets seraient indépendants des champs électriques.

Une expérience faite à une température très basse n'a pas permis de constater le moindre effet après une pose de cinq heures. Toutes choses étant, d'ailleurs, égales, on renforce beaucoup le noircissement de la plaque en ne faisant pas le développement immédiatement après la pose. Ces phénomènes (qui se constatent également dans le cas où la plaque exposée est chauffée pendant un certain temps avant d'être développée) présentent une différence essentielle avec les effets, sur la plaque photographique, de la lumière et des rayonnements connus. La décomposition du bromure d'argent, on le voit, se continue après l'élimination de la source apparente des effets. Il semble que, grâce à la pose, une substance active s'accumule sur la plaque; les réactions photochimiques, relativement lentes aux températures ordinaires, sont fortement accélérées, comme la plupart des réactions chimiques, par les accroissements de la température.

Les expériences faites au sein de l'air raréfié ou dans le vide font voir que les effets y diminuent beaucoup d'intensité, sans qu'en général ils disparaissent complètement. Ce n'est que dans des cas exceptionnels (où un vide fort avancé est produit très rapidement) que l'auteur réussit à détruire entièrement l'effet photographique des métaux étudiés. Il résulte de ces expériences que l'effet photographique ne se produit que si la formation de H^2O^2 est possible, et qu'il décroît fortement à mesure que diminue cette possibilité. Les amalgames, qui, suivant les expériences de Schönbein, donnent lieu à la formation de peroxyde d'hydrogène, se distinguent par des effets photographiques particulièrement intenses.

Bien que les recherches de M. Russell aient rendu extrêmement invraisemblable l'existence d'une propagation rectiligne des effets photographiques, l'auteur croit utile de constater, par des expériences spéciales, sur des métaux séparés de la plaque par une feuille d'étain intermédiaire, que la propagation des effets se comporte parfaitement comme une diffusion gazeuse. Or, des résultats identiques ont été trouvés par plusieurs auteurs[1] pour les effets photographiques dus aux solutions de peroxyde d'hydrogène.

Une observation frappante faite par l'auteur, c'est que les effets photographiques des métaux, aussi bien que ceux du peroxyde d'hydrogène, sont détruits par certains métaux, notamment le cuivre et le laiton. Cette observation s'expliquerait en admettant que les vapeurs de H^2O^2 se rendent, de la proximité immédiate du métal ou de la solution, vers la plaque photographique, perdant leur activité photographique dans le cas où elles seraient décomposées en chemin.

M. Saeland constate une activité très prononcée qui s'exerce à travers des feuilles d'aluminium ordinaires exemptes de trous, disposées entre la plaque et le métal en essai, en couches de dix feuilles d'une épaisseur totale de 0,0046 mm., imperméables à la lumière, mais perméables à la diffusion de l'hydrogène. D'autre part, les effets photographiques sont détruits complètement par l'action d'un courant d'air aspirant d'une vitesse même modérée.

De l'ensemble de ces phénomènes, l'auteur tire la conclusion qu'il s'agit, dans le cas de ces actions photographiques, d'effets purement chimiques, identiques pour les métaux et les solutions de peroxyde d'hydrogène. Aussi recommande-t-il plus de prudence dans les cas analogues, où la constatation d'un effet photographique a fait immédiatement songer à l'existence de rayonnements nouveaux.

§ 8. — Chimie industrielle

Le rendement des procédés de fabrication de la chaux azotée. — Nous recevons de M. Paul Janet la communication suivante :

« Cher Monsieur,

« Je reçois de M. Ph. A. Guye, professeur à l'Université de Genève, la lettre suivante :

« Monsieur et honoré collègue,

« En parcourant votre très intéressant compte rendu « du Congrès de Marseille, publié par la *Revue générale des Sciences*, vous citez (page 903) un désaccord « entre mes calculs et ceux de M. Gall.

« Permettez-moi donc de vous signaler qu'en indiquant le rendement de 400 kilogs d'azote fixé par « kilowatt-an à l'état de chaux azotée, j'ai expressément indiqué qu'il s'agissait d'azote et non pas « d'acide azotique (voir ma conférence de mai 1906 à « la Société des Industries chimiques à Londres). Cette « quantité d'azote correspond à 1.600 kilogs environ « d'acide azotique à 100 % AzO^3H, nombre qui n'est pas « très éloigné de celui indiqué par M. Gall (2.000 kilogs), « lequel tient sans doute compte des progrès réalisés « dans l'industrie de la chaux azotée de 1905 à 1908. « Nos deux évaluations concordent donc. »

« Je vous prie de vouloir bien insérer, dans un prochain numéro de la *Revue*, les observations qui précèdent, observations d'autant plus importantes à mettre en lumière, que dans l'un des Rapports présentés au Congrès de Marseille, Rapport auquel j'avais emprunté le chiffre cité plus haut, il est dit que, d'après les calculs de M. Guye, 1 kilowatt-an est capable de fixer la quantité d'azote contenue dans 400 kilogs d'acide azotique $HAzO^3$. On voit, d'après la lettre que M. Guye a bien voulu m'adresser, qu'il convient de multiplier ce nombre par 4 : la correction est considérable.

« Veuillez, etc... « **P. Janet.** »

§ 9. — Géographie et Colonisation

La Mission forestière Aug. Chevalier en Afrique occidentale. — Depuis l'époque où M. Auguste Chevalier, docteur ès sciences, fit partie, en 1898-1899, de la Mission d'études organisée par le général

[1] Voir l'article de M. P. Villard : *Revue gén. d. Sc.*, n° 4, p. 215, 1902.
[2] *Annalen der Physik*, n° 10, 1908.

[1] *Annalen der Physik*, t. XVI, p. 657 et 895, 1905.

de Trentinian dans les régions du moyen Niger, il n'a pas cessé d'explorer, au point de vue scientifique, l'Afrique occidentale, et il s'est signalé surtout par sa belle exploration du bassin du Chari et du lac Tchad, de 1902 à 1904 [1]. Chargé en 1906, par M. Roume, alors gouverneur général de l'Afrique occidentale, d'une Mission d'études botaniques dans cette colonie pour une durée de dix années, il a accompli une première campagne dont il est possible aujourd'hui d'apprécier les résultats, qui ont été très fructueux, et il est reparti, le 25 novembre 1908, pour continuer sa mission.

M. Chevalier a consacré la plus grande partie de sa campagne de 1906-1907, à l'étude forestière de la Côte d'Ivoire. La forêt vierge de cette partie de l'Afrique occupe une large bande littorale qui remonte, dans les bassins du Cavally et du Comoé, jusque vers 8° de lat. N., mais qui, dans le bassin du Bandama, ne va pas au delà de 6°, laissant entre ce fleuve et son affluent, le Nzi, une vaste trouée, qui est le Baoulé; dans l'ensemble, elle mesure environ 120.000 kilomètres carrés d'étendue [2]. C'est précisément l'existence de cette forêt qui a retardé l'exploration de la contrée; mais cette forêt est d'une richesse considérable, et il importait de faire l'inventaire des produits qu'elle renferme et de déterminer la meilleure manière d'en tirer parti.

M. Chevalier n'a pas étudié seulement la forêt de la Côte d'Ivoire au point de vue botanique; il a rapporté sur les divers bois des renseignements économiques et des indications précises et pratiques dont l'industrie n'a plus qu'à profiter. La mise en valeur en est d'autant plus désirable que la France importe annuellement pour 200 millions de francs de bois, que ses colonies d'Afrique occidentale pourraient lui fournir, et que, d'autre part, les réserves des pays de forêts, Hongrie, Suède, Norvège, Etats-Unis, sont notablement diminuées par une exploitation intensive.

M. Chevalier, accompagné de M. Fleury, préparateur, a étudié la forêt dans les divers bassins côtiers de la Côte d'Ivoire. Il a commencé son étude dans la vallée de l'Agnéby, en profitant des travaux de défrichement qui s'y font pour la construction du chemin de fer. C'est surtout sur les rives de cette rivière qu'opèrent les coupeurs de billes d'acajou; beaucoup de troncs abattus restent sur place, où ils pourrissent, l'irrégularité des crues ne permettant pas toujours de les évacuer.

Revenu à Bingerville, M. Chevalier gagna le Comoé, qu'il remonta, visitant successivement l'Attié, le Bettié, l'Indénié et le Sanwi. Dans l'Attié, on voit la forêt vierge dans toute sa splendeur; entre Memni et Alépé, on rencontre de véritables futaies d'arbres de haute taille, où l'on circule facilement. Dans l'Indénié, le *Funtumia elastica* est très abondant.

S'étant rendu par mer à Sassandra, à l'embouchure du fleuve de ce nom, M. Chevalier remonta la vallée et gagna par la brousse Guideko, où il resta près de deux mois, étudiant la faune et la flore de ce pays neuf. Jusque vers Daloa au nord, la forêt est très épaisse et riche en *Funtumia*. On y trouve d'autres lianes à caoutchouc, dont quatre ou cinq espèces nouvelles.

M. Chevalier entreprit ensuite l'exploration de la région comprise entre la Sassandra et le Cavally, un peu au sud de 6°, en compagnie du capitaine Schiffer, qui commandait le poste de Guideko. Ce territoire était complètement inconnu. Les voyageurs traversèrent un pays presque partout inondé, où ils durent s'ouvrir une route à travers la forêt. Ils trouvèrent de nombreuses pistes d'éléphants et découvrirent une dizaine d'espèces de singes. Dans les bourbiers de cette contrée vit le petit hippopotame de Libéria (*Hippopotamus liberiensis*). On ne voit dans cette zone inhabitée ni palmier à huile, ni *Funtumia*. Le capitaine Schiffer releva topographiquement tout l'itinéraire, soit environ 300 kilomètres nouveaux, en comprenant le voyage de retour qu'il effectua aussi en pays inexploré.

Laissant le capitaine Schiffer au Cavally, M. Chevalier descendit la vallée du fleuve. Les arbres à caoutchouc réapparaissent et sont communs jusqu'au nouveau poste de Fort-Binger, situé sur la rivière Hana, affluent du Cavally. M. Chevalier fit la première ascension du mont Niénokoué, masse granitique située aux environs de Fort-Binger, et que les indigènes avaient empêché le capitaine d'Ollone de visiter sous prétexte que c'est une montagne fétiche; le mont Niénokoué s'élève à plus de 400 mètres au-dessus du pays environnant. M. Chevalier acheva ce voyage par une tournée au Fouta-Djallon.

Il employa l'année qu'il passa en France à classer les collections rapportées de cette première campagne et à continuer la publication de ses travaux sur l'Afrique occidentale.

Dans le local qui lui a été affecté au Muséum, M. Chevalier a installé : d'une part, l'herbier considérable comprenant toutes les plantes recueillies par lui, non seulement au cours de son voyage de 1906-1907, mais encore durant tous ceux qu'il a accomplis depuis 1898, en y comprenant sa grande mission Chari-Tchad; d'autre part, la collection des bois de la Côte d'Ivoire constituée en 1906-1907.

L'herbier ne comprend pas moins de 6 à 8.000 espèces. Ce sont les documents qui serviront à M. Chevalier à publier par la suite une flore de l'Afrique occidentale. Mais, dès à présent et pour prendre date, il a commencé à faire paraître la description des espèces nouvelles [1].

Ce sont aussi les collections botaniques réunies par M. Chevalier qui lui ont permis de commencer son importante publication sur les végétaux utiles de l'Afrique tropicale française, à laquelle ont collaboré MM. Em. Perrot et Lefèvre, et dont il a écrit le dernier fascicule paru, relatif au cacaoyer [2].

Les collections de bois de la Côte d'Ivoire comptent actuellement environ 200 espèces, mais elles sont loin d'être complètes encore. M. Chevalier estime que l'on peut trouver à la Côte d'Ivoire de 1.500 à 2.000 espèces botaniques (Phanérogames). Sur ce nombre, il y a environ 300 à 400 espèces de grands arbres, de 20 à 50 mètres de hauteur, et autant d'arbustes et de petits arbres, de 5 à 15 mètres de hauteur, puis de 100 à 150 espèces de grandes lianes ligneuses. Les principaux produits de la forêt sont le palmier *Elæis*, dont on tire l'huile de palme et qui fournit à l'exportation de 5 à 6.000 tonnes par an, le caoutchouc, tiré surtout du *Funtumia elastica*, la noix de kola, et enfin les bois.

M. Chevalier s'est attaché à rechercher principalement les essences qui peuvent présenter un intérêt économique, et il les a fait examiner par les industriels compétents. Pour chaque espèce, il a constitué un dossier où sont réunis tous les renseignements concernant leur utilisation. Environ 40 espèces sont immédiatement utilisables.

Les bois ont été classés en plusieurs séries. L'une des plus importantes comprend les bois d'ébénisterie, et parmi ceux-ci les bois d'acajou. Actuellement, l'Afrique occidentale exporte par an 75.000 tonnes de ces bois, ce qui représente la moitié de l'acajou consommé dans le monde chaque année, et la Côte d'Ivoire, à elle seule, en fournit 15.000 tonnes. L'acajou de cette colonie est produit par des arbres de la famille des Mé-

[1] *Revue générale des Sciences* du 30 juin 1904, p. 578.

[2] Auguste Chevalier : La forêt vierge de la Côte d'Ivoire. *La Géographie*, 15 mars 1908, p. 201.

[1] Mission scientifique Chari-Lac Tchad (1902-1904) et Mission permanente du Gouvernement. *Novitates floræ africanæ*. Plantes nouvelles de l'Afrique tropicale française, décrites d'après les collections de M. Aug. Chevalier. Fasc. 1, 1907; fasc. 2, 1908 (Extraits du *Bulletin de la Société botanique de France*).

[2] A. Chevalier : *Les Végétaux utiles de l'Afrique tropicale française*. Etudes scientifiques et agronomiques, publiées sous le patronage de MM. Edmond Perrier et E. Roume; 1905-1908, 4 fasc. parus.

liacées, principalement par le *Khaya ivorensis* A. Chev. (nommé Doukouma par les indigènes) et aussi, mais en moindre quantité, par des espèces du genre *Entendophragma*. Dans cette série rentrent aussi des bois qui rappellent le palissandre et de jolies espèces colorées, les unes jaunes, les autres marquées d'ondulations rougeâtres.

Une autre série comprend les bois de menuiserie et de charpente, et ceux qui peuvent être utilisés dans la carrosserie et pour les traverses de chemin de fer. Enfin, il y a des bois très légers pouvant servir à la fabrication de la pâte à papier.

M. Em. Perrot, professeur à l'Ecole supérieure de Pharmacie à Paris, a essayé de dégager, de l'examen microscopique de ces divers bois, des caractères suffisamment nets et simples à reconnaître, devant faciliter le diagnostic des échantillons commerciaux et, par exemple, pouvant permettre d'établir si deux bois d'origine géographique différente proviennent d'arbres botaniquement identiques[1]. Il a obtenu, à cet égard, de très intéressants résultats pouvant être pratiquement utilisés.

Mais de nombreuses améliorations doivent être apportées dans l'exploitation des bois, pour la rendre plus méthodique et plus fructueuse et aussi pour assurer la conservation et le renouvellement de cette richesse naturelle. M. Chevalier a indiqué quelques-unes de ces améliorations[2]. Il faut n'abattre des arbres que là où l'on est sûr de pouvoir évacuer les billes et se limiter aux espèces dont le placement est assuré en Europe. Il faut éviter de faire l'abatage en toute saison; pour beaucoup d'essences, il serait utile d'arrêter la circulation de la sève en enlevant, quelques semaines avant l'abatage, un anneau complet d'écorce. Il conviendrait de transformer l'outillage pour la coupe des arbres et d'améliorer les procédés de traction et d'embarquement des billes. Enfin, il est désirable que l'industrie soit renseignée, par une propagande active, sur la valeur de nos bois coloniaux, qui n'est pas inférieure à celle des bois que nous achetons à l'étranger.

Au cours de la campagne qu'il vient d'entreprendre, M. Chevalier se rendra dans le Fouta-Djallon, rejoindra la haute Sassandra par Kissidoudou et Beyla et viendra faire un séjour à Bingerville. Il remontera ensuite vers le Soudan et, par le Mossi et le Gourma, gagnera le Dahomey. **Gustave Regelsperger.**

§ 10. — Enseignement

A propos d'une candidature au Collège de France. — M. A. Turpain nous communique la lettre *ouverte* suivante, qu'il vient d'adresser à M. le Ministre de l'Instruction publique. Bien que, en raison des termes de la rédaction, nous croyons devoir supprimer quelques passages de cette lettre, nous tenons à indiquer que, si l'impartialité fait à la *Revue* un devoir d'accueillir les autres, elle en laisse, du moins, à l'auteur la pleine responsabilité.

« Monsieur le Ministre,

« Confiant dans les principes d'égalité inscrits sur tous les murs officiels de mon pays, j'ai, comme tout citoyen français en a le droit, posé ma candidature à la chaire de Physique expérimentale actuellement vacante au Collège de France. Aucune condition d'âge, de grades ou même de sexe n'est imposée pour un telle candidature. Apparemment j'estime (bien que je sois évidemment mauvais juge en la matière) que mes travaux, mes publications et mes expériences peuvent me créer des titres sérieux à l'occupation de cette chaire. C'est la raison qui me fait solliciter les suffrages de l'Assemblée des Professeurs du Collège de France, qui doit vous soumettre une liste de deux candidats.

« J'ai donc consciencieusement réuni tous les tirages à part de mes travaux et des exemplaires de mes divers ouvrages, dont j'ai adressé la liste et le dossier en un colis postal recommandé de près de 10 kilogrammes à M. l'Administrateur du Collège de France, à qui j'écrivis, avec toutes les formules usuelles de respect et de politesse, mon désir d'être compris parmi les candidats à la chaire vacante. Cette correspondance date du 10 décembre 1908. Le délai d'un mois accordé aux candidats pour produire leurs titres expirant le 17 courant, et ne recevant aucun accusé de réception de l'Administration du Collège, je crus utile, craignant une omission du service des Messageries et des Postes, de prier M. l'Administrateur du Collège de France, et cela avec les formules de la plus entière politesse et du plus profond respect, de bien vouloir m'accuser réception de mes envois et de me donner acte de ma candidature.

« Quel ne fut pas mon étonnement de recevoir le mot suivant, écrit, sans date, sur un petit torchon de papier. . . . . .

« Collège de France
(*sans date.*)

« L'Administrateur me prie de vous faire savoir qu'il « a reçu votre lettre et vos livres.

« Avec tous mes compliments,

« François Picavet. »

« Administrativement, cette pièce est sans valeur. Sans date, elle n'accuse, d'ailleurs pas, réception d'une déclaration de candidature et d'un dossier de travaux.

. . . . . .

« J'ai consulté l'article du budget de l'Instruction publique concernant le Collège de France et j'y ai vu qu'on y prévoyait des sommes assez rondelettes pour traitements, entretiens et frais de bureau de toute une administration comprenant à sa tête un Administrateur et un Secrétaire.

« Le Collège de France comporte à l'heure actuelle quarante-quatre chaires, qui de temps à autre deviennent vacantes. Il est inadmissible que cette belle, séculaire et d'ailleurs glorieuse Institution ne possède pas, ..., des formules toutes imprimées accusant réception en des termes courtois d'une candidature et indiquant que les titres produits seront soumis à l'assemblée des Professeurs.

« L'Académie des Sciences, vieille personne aussi respectable, je crois, que le Collège de France, possède pour sa correspondance de semblables formules, où les apparences sont sauvées et où le mépris ne perce point.

« En dehors de la nullité administrative de l'écrit de François Picavet qui me fait m'adresser directement et publiquement à vous (le délai d'inscription des candidatures se trouvant écoulé depuis hier 18 décembre), le mépris évident . . . . . pour ma candidature est patent. On ne peut marquer d'une façon plus méprisante qu'une candidature provinciale est non avenue à l'Administration du Collège de France.

. . . . . .

« Veuillez agréer, Monsieur le Ministre, l'expression de mes plus respectueux hommages. »

Albert Turpain,
Professeur de Physique
à la Faculté des Sciences de l'Université de Poitiers.

[1] Em. Perrot et G. Gérard : Recherches sur les bois de différentes espèces de Légumineuses africaines (*Les Végétaux utiles de l'Afrique tropicale française*, fasc. III, 1907).

[2] Conférence de M. Chevalier à l'Office colonial, le 5 novembre 1908.

LE PEUPLEMENT DES PLACES VIDES DANS LA NATURE ET L'ORIGINE DES ADAPTATIONS

Il y a en Biologie une question bien intéressante, qui a été beaucoup plus étudiée par les botanistes que par les zoologistes : c'est celle du *peuplement des places vides* à l'époque actuelle. J'entends par « place vide dans la Nature » un milieu nouveau, susceptible d'être habité, qui se crée en un point donné, par suite de circonstances cosmiques, ou, mieux encore, qui résulte d'interventions humaines. Une île volcanique, qui surgit du sein des mers, ou des eaux thermales sont des places vides; des eaux résiduelles de salines, qui, déversées à l'air libre, forment des mares salées en plein continent, constituent des places vides, dont on peut connaître l'époque d'apparition, de même que des galeries de mines ou des conduites d'eau de ville. Des plantes introduites et acclimatées dans un pays différent de leur pays d'origine réalisent un milieu nouveau, apte à héberger toutes sortes d'autres êtres. Voilà des exemples typiques, que je choisis entre beaucoup d'autres, parce qu'il résulte des circonstances que ces places vides apparaissent comme des milieux stérilisés, si l'on peut ainsi parler : une mare salée continentale est trop éloignée de la mer pour que des animaux marins puissent y parvenir; une galerie souterraine peut n'avoir aucun rapport de voisinage avec les grottes ou caves qui constituent un milieu analogue, de même que les conduites d'eau de ville qui sont alimentées, non pas par des nappes souterraines, mais par des rivières. Une plante introduite à l'état de graine ou de bouture n'amène avec elle aucun de ses hôtes habituels. On est donc dans de bonnes conditions pour étudier le peuplement de ces places vides.

I. — Mares salées.

En différents points de la Lorraine existent des dépôts triasiques de sel gemme, dont plusieurs sont ou ont été exploités; aux environs des usines qu'on y a installées se trouvent presque toujours des mares salées formées par les eaux de déchet, en communication plus ou moins facile avec les ruisseaux d'eau douce avoisinants; ailleurs, des sources salifères naturelles produisent des ruisseaux ou des mares d'étendue parfois notable. La salure y est très variable, non seulement dans l'ensemble, mais encore dans un même point suivant la saison; pendant les périodes de sécheresse, la salure peut dépasser de beaucoup celle de l'eau de mer (qui est en moyenne de 31 grammes de chlorures par litre) et atteindre jusqu'à 130 grammes de chlorures par litre.

La faune des eaux salées de Lorraine a été étudiée, à ma suggestion, par Florentin (1899-1901), qui a publié sur ce sujet un travail certainement incomplet, mais qui en donne néanmoins une bonne idée générale. Les formes que je vais citer présentent, comme on peut s'y attendre, des résistances inégales à la salure, et le nombre des espèces diminue à mesure que la concentration augmente. La faunule comprend :

1° Une quarantaine d'espèces de Protozoaires, dont quelques-uns sont identiques à des formes connues seulement dans la mer, dont d'autres sont des formes spéciales aux eaux salées continentales, et enfin dont la grande majorité sont des espèces d'eau douce;

2° Un Turbellarié (*Macrostoma hystrix*), qui vit indifféremment dans la mer, l'eau saumâtre et l'eau douce;

3° Des Nématodes indéterminés, trois Rotifères d'eau douce, un Gastrotriche d'eau douce;

4° Un Annélide (*Naïs elinguis*), espèce très résistante qui se trouve aussi dans l'eau putride et les eaux résiduelles des usines;

5° Deux Copépodes, le *Cyclops bicuspidatus*, qui est fréquent en eau douce, et que l'on a également signalé dans les lacs salés d'Odessa, les marais salants du Croisic, les chotts d'Algérie, et le *Nitocra* (*Canthocamptus*) *palustris*, d'eau douce;

6° Des larves de Diptères variés (surtout le *Stratiomys chamæleo*) et divers Coléoptères, vivant soit dans l'eau même, soit sur le bord des mares (les Hydrophilides *Philhydrus bicolor* et *Ochthebius marinus*, le Carabique *Pogonus luridipennis*, l'Anthicide *Anthicus humilis*, et le Staphylinide *Trogophlæus halophilus*); presque tous ces Coléoptères sont spéciaux aux bords de la mer et aux eaux salées continentales;

7° Enfin, un Poisson d'eau douce, très résistant, l'Épinoche (*Gasterosteus aculeatus*, var. *leiurus*), qui est entré dans l'eau salée avec ses commensaux et parasites, s'y reproduit abondamment et y atteint une plus grande taille que dans l'eau douce avoisinante (fig. 1).

En somme, cette faune, qui est par endroits très riche en individus, est très pauvre en espèces; le peuplement, comme cela était rendu probable par l'éloignement de la mer (plus de 400 kilomètres de la côte la plus proche), n'a pu se faire que par des

espèces de l'eau douce avoisinante, comme pour les mares salées de Hongrie, également très éloignées de la mer; je suis persuadé que les espèces paraissant marines (Protozoaires et Coléoptères) ne sont pas en réalité de provenance maritime; elles doivent être des modifications des formes alliées,

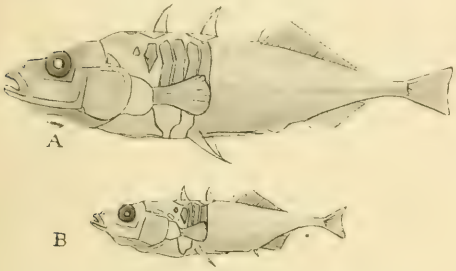


Fig. 1. — *Gasterosteus aculeatus*, var. *leiurus*. — A, forme des mares salées de Lorraine, à 6 plaques latérales et de grande taille; B, forme normale des ruisseaux d'eau douce, à 5 plaques latérales.

très affines du reste, qui habitent l'eau douce. Quoi qu'il en soit, il est évident qu'un très petit nombre d'espèces d'eau douce ont pu trouver dans les mares salées un milieu à leur convenance; il n'y en a que quelques-unes, très euryhalines, très eurythermes, qui ont pu s'installer dans la place vide. Il y a donc eu, à l'entrée des eaux salées, un *filtrage* qui n'a laissé passer que les formes capables de s'acclimater à leurs conditions spéciales.

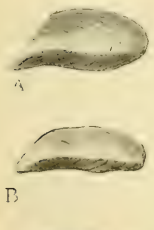


Fig. 2. — *Dreissensia polymorpha*. — A, coquille normale de rivière; B, coquille provenant de conduites d'eau de Paris (forme *Arnoubli* de Bourguignat); C, coquille provenant de conduites d'eau de Paris (forme *Belgrandi* de Bourguignat). (D'après Locard : Les coquilles des eaux douces et saumâtres de France, Paris, 1893).

II. — Conduites d'eau de ville.

Les conduites d'eau de ville, quand elles sont puisées sans galerie filtrante, hébergent au bout de quelques années une faune assez riche, qui s'accommode fort bien de ce milieu spécial, d'une obscurité absolue, à eau fortement courante, et à changements de température beaucoup moins accentués que ceux du milieu extérieur. En première ligne, il se fixe, sur la paroi des tuyaux, des animaux qui forment des colonies très étendues, dans les interstices desquelles s'arrête la vase où s'abritent des animaux libres, qui peuvent ainsi résister aux courants : les animaux fixés sont le *Dreissensia polymorpha* (fig. 2), Mollusque muni d'un byssus, souvent assez abondant pour avoir amené l'obstruction de conduites; des Bryozoaires, l'Hydraire *Cordylophora lacustris*, et des Éponges fluviatiles. Les animaux non fixés sont : des Infusoires, des Gastropodes variés, des larves d'Insectes, des petits Crustacés (*Cyclops*, *Cypris*, Cladocères, *Gammarus*, *Asellus*), des Oligochètes, etc.; voire même des Poissons, comme les *Gasterosteus*, l'Anguille, la Lote et le Flet (*Pleuronectes flesus*), signalés par Kraepelin dans la distribution d'eau de Hambourg (puisée dans l'Elbe). Quand l'eau est puisée dans un fleuve (Elbe, Seine, etc.), la faune des conduites est formée uniquement par la faune du fleuve en question, à cela près qu'il y a un choix à l'entrée, et que certaines espèces ne peuvent se maintenir, même si elles y sont entraînées. Quand la canalisation capte des eaux de source (Lille, Prague, Nancy), il s'adjoint à la faune superficielle un nombre plus ou moins grand d'espèces caractéristiques des eaux souterraines : Turbellariés, *Haplotaxis*, *Asellus cavaticus*, *Niphargus subterraneus*, etc.

L'étude de la faune des conduites d'eau est extrêmement intéressante, car c'est une expérience naturelle sur l'action de l'obscurité; il est certain que la majeure partie de leurs habitants, dérivés de la faune superficielle, sont là depuis très longtemps et que beaucoup s'y reproduisent; or, les modifications constatées sont, somme toute, assez minimes : les Mollusques sont souvent un peu plus petits que leurs congénères superficiels, d'une coloration plus claire, et ils ont, paraît-il, une légère tendance à l'allongement; il y a fréquemment chez les Crustacés une décoloration manifeste des téguments; mais les yeux sont toujours conservés et en apparence normaux, aussi bien chez les Mollusques (*Bithynella*), Rotifères et Turbellariés, que chez les Crustacés et Poissons.

III. — Galeries de mines.

Les galeries de mines réalisent la même expérience naturelle que les conduites d'eau, surtout lorsqu'elles sont abandonnées depuis un certain temps, ce qui permet d'affirmer que les animaux qui y vivent ne sont pas d'immigration tout à fait récente.

Dans une mine de fer, près de Nancy, j'ai exploré des galeries profondes de 3 kilomètres environ, perforées dans une colline de 50 mètres de hauteur, et abandonnées depuis une dizaine d'années; les parois sont revêtues de boisages en décomposition, sur lesquels se développent des Champignons, et de

l'eau de filtration circule dans les galeries. La faune, assez riche, comprend des Collemboles (*Heteromurus nitidus*, *Tomocerus tridentiferus*), des Diptères variés, un Coléoptère du groupe des Staphylins (*Quedius mesomelinus*), divers Diplopodes (*Blaniulus venustus*, *Orthochordeuma germanica*, *Polydesmus complanatus* et *sub-integer*), un Chilopode (*Lithobius forficatus*), des Araignées (*Porrhomma errans*, *Lephthyphantes pallidus*), des Isopodes terrestres dont le *Trichoniscus roseus*, un Amphipode aquatique (*Niphargus subterraneus*), et deux Mollusques (*Limax maximus* et *Helix rotundata*).

Fig. 3. *Trichoniscus roseus*, provenant d'une galerie de mine.

J'ai exploré, également à Nancy, une petite galerie étroite, longue de 110 mètres, creusée pour rechercher de l'eau, et recouverte d'une épaisseur de 2 à 15 mètres de terre; elle renfermait des boisages pourris et des débris de végétaux entrés par l'orifice, qui débouchait dans un jardin. La faune de cette galerie était, dans l'ensemble, peu différente de celle de la galerie de mine. J'y ai trouvé des Collemboles, des Diptères (à l'entrée), des Diplopodes (*Blaniulus guttulatus*, *Polydesmus complanatus*), un Chilopode (*Lithobius forficatus*), des Araignées (*Nesticus cellulanus*, *Porrhomma egeria*), des Isopodes terrestres (*Oniscus asellus*, *Cylisticus convexus*, *Trichoniscus roseus*), un Amphipode aquatique (*Niphargus subterraneus*), et des Mollusques (deux espèces de Limaces et *Hyalinia cellaria*).

Il n'est pas douteux que toutes ces espèces, souvent très nombreuses en individus, étaient établies depuis plusieurs années dans les deux galeries explorées, et qu'elles y trouvaient des conditions tout à fait convenables de vie et de multiplication. L'une d'elles, l'Amphipode *Niphargus*, espèce aveugle et dépigmentée, est un habitant normal des nappes d'eau souterraines, et son passage dans les galeries de mine ne change pas ses conditions d'existence. Les Araignées, espèces lucifuges, communes dans les caves et à l'entrée des grottes, sont entrées par les orifices des galeries; quant aux autres formes, il est très vraisemblable qu'elles ont été amenées surtout avec les madriers de boisage et autres matériaux; en effet, elles sont abondantes, extérieurement, sous les pierres, les feuilles mortes, l'écorce des vieux arbres, dans le terreau, les caves humides. A noter que le *Blaniulus guttulatus*, qui habite dans la terre des jardins, est une espèce aveugle et peu pigmentée, et que le *Trichoniscus roseus* (fig. 3), qui n'a qu'un ocelle de chaque côté, a le corps dépigmenté comme un cavernicole; on l'a du reste bien souvent signalé dans la faune authentique des cavernes.

IV. — Plantes introduites.

On doit à Marchal des observations très intéressantes sur le peuplement, par une Cochenille européenne, du *Robinia pseudo-acacia*, arbre d'origine américaine, qui a été introduit en Europe au commencement du XVIIe siècle; le *Robinia* ayant été importé à l'état de graines, il est bien certain qu'il n'a amené avec lui aucun parasite et qu'il constitue, pour l'Europe, une place vide. Elle est occupée actuellement depuis 1879, semble-t-il) par une Cochenille de la grosseur d'un Pois, appartenant au genre *Lecanium*, qui a même causé de grands ravages dans les plantations de cet arbre (Prusse rhénane et Alsace, Hongrie, diverses régions de la France); en 1890, Horvath, entomologiste d'État de la Hongrie, inquiet de l'extension prise par ce nouvel ennemi, envoya des échantillons à Douglas, qui était alors le savant le plus autorisé pour la détermination des Coccides; Douglas déclara que c'était une espèce nouvelle et la nomma *Lecanium Robiniarum*, nom qui lui fut conservé par tous les auteurs.

Or, puisque ce *Lecanium* est d'apparition récente, et qu'il ne peut pas être venu d'Amérique, il faut bien qu'il dérive d'une espèce européenne; Marchal a démontré que cet occupant du *Robinia* n'était autre que le *Lecanium Corni* (fig. 4), espèce extrêmement polyphage, qui vit sur toutes sortes de plantes européennes, depuis le Cornouiller et les Rosiers jusqu'à la Vigne; mais il en diffère par des caractères de taille, de coloration et de rugosité; néanmoins, les traits fondamentaux de structure sont identiques dans les deux formes. Marchal a contaminé un *Robinia* avec des *Lecanium Corni* récoltés sur un Pêcher; et les larves nées et nourries sur le *Robinia* sont devenues des Coccides présentant, à leur état de complet développement, la coloration, la taille et le facies du *L. Robiniarum*. L'expérience inverse (infection d'un Pêcher, de Rosiers et de Vigne par des *Lecanium* du *Robinia*) n'a pas donné de résultats.

Fig. 4. — *Lecanium Corni*, sur Rosier, femelle adulte (d'après Marchal).

Du reste, le *Lecanium Corni* avait déjà occupé en Europe d'autres places vides; on l'a signalé sur le *Diospyros* ou Kaki du Japon, sur la Glycine de Chine (*Wistaria sinensis*) (*Lecanium wistariæ* de Signoret), le *Cotoneaster microphylla* du Népaul, etc.

Les observations de Cholodkovsky sont tout à fait parallèles à celles de Marchal : il a étudié, dans le gouvernement de Saint-Pétersbourg et en Esthonie, des Pucerons du genre *Siphonophora*, qui se rencontrent sur une plante sauvage, la Rosacée *Spiræa ulmaria*, sur une Légumineuse cultivée, le Pois, et enfin sur une Légumineuse récemment importée de Sibérie, le *Caragana arborescens*. Les Pucerons des trois plantes ne diffèrent que par de petits caractères de taille et de couleur, si bien qu'on peut se demander s'ils n'appartiennent pas à la même espèce. Si l'on transporte sur le Pois les Pucerons de la Spirée et du *Caragana*, quelques-uns commencent à sucer la plante et à pondre, mais ne semblent pas pouvoir se maintenir, et disparaissent au bout de sept à dix jours. Cholodkovsky en conclut que le peuplement des places vides représentées par le Pois et le *Caragana* s'est bien effectué par les *Siphonophora* de la Spirée, mais qu'actuellement l'adaptation à la plante nourricière est assez profonde pour qu'un transfert soit impossible; il n'y a pas d'inconvénient à en faire trois espèces (*ulmariæ*, *pisi*, *caraganæ*).

Il est bien probable que beaucoup d'espèces d'Insectes polyphages prêteraient à des observations analogues; il n'est pas impossible qu'il se soit différencié chez elles des biotypes, identiques ou à peu près extérieurement, mais déjà différents au point de vue physiologique. Le *Pieris brassicæ*, la commune chenille du Chou, se nourrit habituellement de Crucifères cultivées ou sauvages, mais elle peut adopter d'autres plantes nourricières : on la signale notamment sur une Capparidée, le Câprier (*Capparis spinosa*); je l'ai vue, chez un horticulteur de Nancy, délaisser des choux pour se porter sur une magnifique Papavéracée de Californie, le *Romneya Coulteri*, et il m'a paru que les chenilles avaient alors une coloration beaucoup plus foncée que d'habitude; ce *Romneya*, venu de graine dans le jardin en question, constituait une place vide, qui a été immédiatement occupée, comme on le voit, par les chenilles de la Piéride du Chou, qui y ont trouvé tout de suite des conditions adéquates à leur constitution.

Le Sphinx tête-de-mort (*Acherontia atropos*) n'est pas moins apte que l'espèce précédente à occuper des places vides : la chenille ravage l'Olivier en Algérie, vit en Europe sur le Lilas et le Jasmin (*Philadelphus coronarius*), où elle acquiert parfois une livrée spéciale, d'un brun feuille morte avec bandes et taches d'un noir verdâtre; on la trouve surtout sur des Solanées indigènes ou introduites, le Lyciet (*Lycium barbarum*), qui lui donne, paraît-il, une teinte noirâtre, le *Datura stramonium*, l'Alkékenge, le *Solanum dulcamara*, la Tomate, la Pomme de terre; en 1853, en Allemagne, les chenilles d'*Acherontia* se portèrent exclusivement sur les pieds de Tabac (*Nicotiana tabacum*), et en détruisirent un grand nombre. Actuellement, la larve de ce Sphingide, qui est d'origine africaine ou indomalaise, est en Europe adaptée spécialement à la Pomme de terre, qui vient de l'Amérique du Sud, et a été introduite en Espagne et en Portugal, entre 1535 et 1585, par les conquérants espagnols du Pérou. Ce sont de singulières rencontres géographiques

V. — Peuplement et Adaptation.

Je me bornerai là dans cet exposé des faits; ils sont suffisants pour nous permettre d'en tirer des enseignements : en somme, nous voyons que, lorsqu'une place vide est créée dans la Nature actuelle, elle est peuplée plus ou moins rapidement par les animaux ou les plantes du milieu analogue le plus voisin, mais seulement par les espèces capables de gagner la place vide par leurs moyens de migration, capables de s'habituer à ses conditions spéciales et d'y prospérer : il y a *filtrage* de la faune avoisinante. Cela est tellement net qu'on est autorisé à généraliser : de tout temps, les places vides ont été peuplées par certaines espèces des faunes préexistantes, l'eau saumâtre par des formes côtières marines, l'eau douce par des habitants d'eau saumâtre, les marais par des espèces d'eau douce, la terre humide par des types de marécages, la terre sèche, la mousse et les profondeurs de la terre par des espèces de terre humide, les cavernes par des formes hypogées ou muscicoles, etc. C'est l'évidence même.

D'autre part, lorsqu'on examine les espèces caractéristiques des places vides qui se sont peuplées de nos jours, on constate qu'elles y sont *adaptées*, c'est-à-dire qu'elles possèdent les organes essentiels, adéquats aux conditions particulières du milieu, et précisément à ces conditions par lesquelles le milieu nouveau diffère de celui qu'elles viennent de quitter. Ainsi, les Épinoches des mares salées résistent parfaitement aux changements de concentration, si bien qu'on peut les faire passer subitement de l'eau de mer dans de l'eau douce, et *vice versa*, les faire vivre dans de l'eau sucrée à 10 %, etc., sans que ces Poissons en paraissent affectés; les *Dreissensia* des conduites d'eau ont une coquille d'un certain galbe et un byssus d'une grande solidité qui leur permettent de résister aux violents courants de chasse; les habitants des galeries de mines sont souvent aveugles, dépigmentés; ils prospèrent avec les maigres aliments des boisages, dans l'humidité continuelle et l'obscurité absolue; la faunule des cuves à vinaigre (larves de *Drosophila*, *Anguillula rediviva*) vit dans l'acide

acétique, mortel aux autres êtres, etc. Au fond, c'est un truisme : si ces formes n'avaient pas eu ces adaptations, elles n'auraient pas pu peupler les places vides; ce sont ces adaptations qui leur ont permis de passer à travers les mailles du filtre.

Il en résulte une conséquence capitale : *une adaptation suffisante est nécessairement antérieure à l'installation dans la place vide*, c'est-à-dire qu'elle existe avant d'être absolument nécessaire. Assurément l'Epinoche, Poisson d'eau douce, avait la propriété de résister à l'eau salée et à l'eau sucrée ou glycérinée, avant d'entrer dans les mares de Lorraine; la *Dreissensia*, d'origine marine, avait son robuste byssus et sa forme de coquille avant de remonter le courant des fleuves et de pénétrer dans les conduites d'eau; le *Lecanium* du Cornouiller possédait en puissance la faculté de prospérer sur le Robinier, la Glycine et le Kaki, avant qu'il fût question d'en introduire en Europe. Ces divers caractères étaient jadis, avant l'occupation des places vides, sans grande utilité ou même sans usage, latents pour ainsi dire; ce n'est que par la rencontre d'un milieu adéquat qu'ils ont pris une importance décisive.

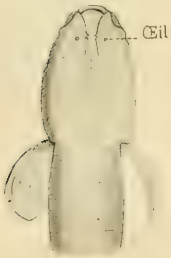


Fig. 5. — *Tête de Typhlogobius californensis; individu de 55 millimètres de longueur, vue du côté dorsal* (d'après Ritter : *Bull. Mus. Comp. Zool. at Harvard Coll.*, t. XXIV, 1893).

Puisque, de tout temps, les places vides ont été peuplées par des formes préalablement adaptées aux conditions spéciales de celles-ci, il en résulte que *les adaptations suffisantes, nécessaires, n'ont rien à voir ni avec le milieu ni avec l'utilité; il n'y a pas de lien causal entre un milieu et l'adaptation suffisante à ce milieu*, ce qui est la négation même de la plus grande partie des théories de Lamarck et de Darwin. Il est facile de montrer l'existence, chez les animaux actuels, de nombreux *caractères préadaptatifs* ou *prophétiques*, qui ne leur sont pas visiblement utiles dans le milieu où ils vivent ou qui dépassent leurs besoins, mais qui constituent des adaptations évidentes pour d'autres milieux où ils n'ont pas pénétré. Je n'en citerai qu'un exemple, entre beaucoup d'autres, uniquement pour bien faire comprendre ma pensée : Il existe, sur les côtes de la Californie méridionale, un Poisson (fig. 5), le *Typhlogobius californensis*, mesurant au maximum 7 centimètres de longueur, qui est aveugle, les yeux étant très petits, recouverts par la peau, et fonctionnels seulement chez le jeune; il est d'un rose clair uniforme (couleur du sang vu par transparence), sans écailles, c'est-à-dire qu'il a les caractères du cavernicole le plus typique (ses yeux sont même plus dégénérés et sa couleur plus claire que chez le *Chologaster Agassizi* du Mammoth Cave); or, ce Poisson aveugle vit sur la côte, entre les limites des marées, dans le sable, dans des trous creusés par des crevettes, dans les fentes des rochers, exactement comme beaucoup d'autres Poissons très normaux. Ce lucifuge n'est-il pas parfaitement préadapté à la vie dans les cavernes? Et n'est-il pas évident, dans ce cas comme dans les autres que je ne cite pas, faute de place, qu'il n'y a aucun lien causal entre les conditions spéciales des eaux souterraines et les adaptations à ce milieu?

Je ne suis pas le seul à penser ainsi; ces idées sont dans l'air, pour ainsi dire, et plusieurs biologistes les ont exprimées d'une façon plus ou moins explicite : De Vries (*Plant Breeding*, p. 352) dit très clairement que « le milieu a seulement choisi les formes aptes parmi la foule et n'a pas de relation quelconque avec leur origine ». Morgan (*Evolution and Adaptation*, 1903, p. 348) s'exprime en termes analogues : « L'origine de chaque forme n'a rien à voir avec le milieu ni l'utilité; et la forme apparaît indépendamment du milieu. Une fois apparue, elle peut se perpétuer dans des conditions convenables ». Banta (1907), à propos des animaux cavernicoles, note que « ceux-ci entrent dans les cavernes parce qu'ils y trouvent des conditions adéquates à leur structure et physiologie. Le résultat adaptatif est dû au choix ou à la trouvaille d'un milieu adéquat à une structure donnée. Ces animaux sont cavernicoles parce que leurs yeux sont dégénérés et à cause de leur perte de pigment, avant d'être entrés dans les cavernes ». Je citerai encore Davenport (*The animal Ecology*, etc., 1903, p. 19) : « ... La théorie de l'adaptation généralement acceptée est celle de Darwin et de Wallace, qui admettent qu'une espèce adoptant un nouvel habitat acquiert l'aptitude à cet habitat par la mort des individus qui naissent les moins aptes. On peut imaginer une théorie fondamentalement différente, à savoir que la structure existe d'abord et que l'espèce cherche ou rencontre le milieu qui répond à sa constitution particulière. Le résultat adaptatif n'est pas dû à une sélection de structure adéquate à un milieu donné, mais, au contraire, au choix d'un milieu répondant à une structure donnée. »

VI. — Origine des espèces.

Le problème de l'origine des espèces est maintenant soulagé de toute la partie relative à l'origine des adaptations, dont le faix a écrasé la théorie de la sélection naturelle de Darwin; mais il n'en reste pas moins à résoudre. Il est impossible que toutes les espèces endémiques, spéciales aux divers

milieux, soient entrées, telles que nous les connaissons aujourd'hui, dans les milieux qu'elles occupent actuellement; beaucoup ont dû y prendre naissance, et il y a toutes raisons de penser que ce processus continue encore de nos jours. Si j'admets que les espèces ont eu, au début de leur immigration, les adaptations nécessaires et suffisantes, je pense aussi que ces adaptations ont pu se raffiner, se perfectionner au cours des âges.

Pour comprendre la formation d'espèces nouvelles et le perfectionnement des adaptations, il nous faut tout d'abord rappeler un article paru antérieurement dans cette *Revue*[1], où j'ai résumé les idées récemment acquises sur l'origine des variations. Provisoirement, on peut distinguer trois sortes de variations héritables ou *mutations*[2] :

1° La mutation *fixe*, qui possède la propriété d'être transmissible dans son entier, sans atténuation (mutation laciniée de Chélidoine, pélorie de Linaire, mutations de couleur des Souris, des *Leptinotarsa*, etc.);

2° La mutation *oscillante*, qui se transmet avec une valeur variable, en dessus ou en dessous de la valeur parentale; par sélection dans un sens déterminé, on provoque un déplacement progressif du centre d'oscillation de la mutation, jusqu'à un maximum impossible ou difficile à dépasser (panachure des Souris, nombre de rangées de grains dans les épis de Maïs);

3° La mutation *inconstante*, qui ne se transmet qu'à un nombre variable des descendants, et qu'il est impossible de fixer solidement par sélection. Si l'on veut, c'est une mutation oscillante à grande étendue, qui va constamment de l'état normal jusqu'au type le plus extrême (races monstrueuses à queue double ou triple de Poisson rouge, Pavots polycéphales, Trèfle à cinq feuilles, etc.).

Quant à son origine, la mutation est, dans son essence, un changement de nature d'un déterminant spécial du plasma germinatif, qui apparaît spontanément comme réponse à une excitation du milieu ambiant; cette réponse se fait dans un sens quelconque, et il y a (ceci est capital) tout autant de chances pour que la mutation constitue une adaptation, une disharmonie ou un état indifférent par rapport au milieu.

La forme nouvelle, qui diffère par un ou plusieurs déterminants de la forme normale de l'espèce, constitue une espèce élémentaire, ou mieux un *biotype*; si deux de ces mutants, à l'état pur, reproduisent ensemble, leur lignée est conforme au biotype (*breed true*, suivant l'expression anglaise). Chez les Souris, il y a 128 biotypes connus, dont 32 (ceux qui renferment le déterminant du pelage jaune) sont impossibles à isoler à l'état de pureté.

Ce que je viens de résumer ci-dessus est une théorie cohérente, appuyée sur de nombreux faits expérimentaux, qui rend compte d'une partie du problème de l'origine des espèces, celle qui traite de l'origine et de la transmission des variations. Nous avons, dans cet article, attaqué le problème sous une autre face, celui de l'origine des adaptations.

Il ne reste qu'à conclure. Voici, il me semble, comment on peut comprendre la naissance d'une espèce nouvelle.

Soit un milieu M, habité par une espèce A, et un milieu M', voisin, peu différent. L'espèce A ne peut pas vivre dans le milieu M' ou ne cherche pas à l'envahir, en raison de ses tropismes et pathies particuliers; supposons donc que M' est une place vide, dépourvue de faune ou pourvue d'une faune incapable de faire échec à une espèce du genre de A :

1. L'espèce A, au cours des âges, présente des mutations variées, résultant de modifications du plasma germinatif. Il se constitue ainsi, dans l'espèce A, des biotypes nouveaux, qui diffèrent à divers degrés, aux points de vue morphologique et physiologique, du type qui leur donna naissance.

Une de ces formes, A', capable de vivre dans le milieu M, est également capable de vivre plus ou moins bien dans le milieu M', et de plus, de par ses tropismes et pathies particuliers, est disposée à passer dans cette place vide : ainsi, tel Isopode, habitant d'ordinaire sous les pierres, est capable de pénétrer dans les cavernes; telle Epinoche, vivant en eau douce, présente des races capables de prospérer dans l'eau saumâtre et sursalée. C'est *la phase de peuplement et d'isolement*.

2. Le biotype A', qui peuple maintenant le milieu M', est nécessairement et préalablement adapté à celui-ci; mais, comme ce milieu est quelque peu différent de M, le biotype en subit l'influence, et, si peu que ce soit, commence à différer somatiquement du type originel A : il devient A'' (sous-espèce ou variété au gré des taxinomistes); ainsi les Epinoches des eaux salées de Lorraine ont une longueur moyenne bien supérieure à celle des Epinoches d'eau douce de la région (fig. 1); le nombre des plaques osseuses latérales varie de 5 à 10 chez les premières, tandis qu'il est toujours de 5 ou 6 chez

[1] L. Cuénot : Les idées nouvelles sur l'origine des espèces par mutation. *Revue gén. des Sciences*, t. XIX, p. 860, 15 novembre 1908.

[2] Les termes que j'emploie ici diffèrent quelque peu de ceux dont je me suis servi dans mon dernier article, et également de ceux qu'a proposés De Vries. Ce n'est pas ici la place de discuter cette question de nomenclature, mais je tiens à dire que c'est à bon escient, et pour des raisons que je développerai plus tard, que j'abandonne le terme vriesien de fluctuations. La fluctuation est un phénomène individuel de variation sous l'action du milieu, qui peut se superposer aux mutations oscillante et inconstante, et qui n'en avait pas été suffisamment distingué jusqu'ici.

les secondes. Mais, de plus, le changement de milieu, agissant sur le germen, peut provoquer des mutations quelconques : si celles-ci ne sont pas adéquates aux conditions de milieu, elles sont immédiatement supprimées; par exemple, l'albinisme s'éteint rapidement chez les Vertébrés de plein air, qu'il rend très visibles, alors qu'il est particulièrement fréquent chez la Taupe et d'autres obscuricoles, où il n'a pas d'inconvénient. Si la mutation est indifférente, elle coexiste avec A″ ; par exemple, pour la Taupe commune, les formes *cœca* (yeux cachés complètement sous la peau) et *europœa* (yeux petits, à paupières ouvertes des deux côtés ou d'un seul côté). Enfin, si la mutation est très avantageuse et constitue une meilleure adaptation, elle peut supplanter l'espèce A″, et ainsi se forme un nouveau type B, assez éloigné de l'espèce originelle A pour que les taxinomistes n'hésitent pas à le considérer comme une bonne espèce. C'est *la phase de différenciation spécifique*.

Dans la *théorie de la survivance des mutations adaptées*, que je viens d'exposer, ce ne sont ni les facteurs lamarckiens, ni la sélection des petites variations qui déterminent l'apparition des caractères nouveaux : les mutations apparaissent quelconques, *au hasard*, fortes ou faibles, à la suite de modifications du plasma germinatif ; si le mutant est adapté *par hasard* à une place vide, soit tel quel, soit par changement de fonction, et qu'il puisse atteindre cette région inoccupée, il a la chance de survivre et de faire souche ; sinon, il reste dans son milieu originel, ou bien disparaît. Autrefois, lorsqu'il y avait beaucoup de places vides, l'eau douce, les marais, la terre ferme, les fentes du sol et les cavernes, les régions polaires, l'air, la mousse, etc., les circonstances étaient favorables à la différenciation de nouvelles espèces et de nouveaux groupes ; mais, maintenant, les mutations ont de moins en moins de chances de trouver une place vide parmi le concert des êtres solidarisés qui peuplent actuellement la terre, et l'évolution est, sinon tout à fait arrêtée, au moins extrêmement ralentie.

L. Cuénot.
Professeur à la Faculté des Sciences de Nancy.

Bibliographie. — Banta : The fauna of Mayfield's Cave (Publication 67, *Carnegie Institution of Washington*, 1907). — Cholodkovsky : Analyse du travail russe dans *Zool. Zentralblatt*, t. XV, 1908, p. 533. — Davenport : The animal ecology of the Cold Spring sand spit (*The Decennial publications*, Chicago, t. X, 1903). — Florentin : Etudes sur la faune des mares salées de Lorraine (*Ann. Sc. Nat.*, 8e sér., t. X, 1900, p. 209); (*même recueil*, t. XII, 1901, p. 343). — Marchal : Notes sur les Cochenilles de l'Europe et du nord de l'Afrique (*Ann. Soc. Entom.*, t. LXXVII, 1908, p. 223). — Morgan : Evolution and adaptation, New-York, 1903.

LE PARTAGE DE L'ÉNERGIE ENTRE LA MATIÈRE PONDÉRABLE ET L'ÉTHER[1]

Le problème sur lequel je me propose de présenter quelques réflexions est celui de la distribution de l'énergie entre la matière et l'éther, en tant que cette distribution s'opère par l'émission et l'absorption de la chaleur rayonnante et de la lumière. Depuis Kirchhoff, les physiciens s'en sont souvent occupés, d'abord en se fondant sur les principes généraux de la Thermodynamique, et plus tard en introduisant des idées empruntées à la théorie cinétique de la matière, à la théorie électromagnétique de la lumière et aussi à la théorie des électrons.

I

Pour fixer les idées, il conviendra de préciser la question. Figurons-nous, à cet effet, qu'une enceinte ayant la forme d'un parallélipipède rectangulaire, dont les faces intérieures sont parfaitement réfléchissantes, contienne un corps pondérable M, qui se trouve à une certaine distance des parois, et supposons que l'éther, le milieu universel qui transmet la lumière et les actions électromagnétiques, remplisse l'espace entier à l'intérieur de cette enceinte, pénétrant même les particules dont le corps pondérable se compose.

Kirchhoff a montré que, dans ces circonstances, si le corps M est maintenu à une température déterminée T, il s'établira un état d'équilibre dans lequel l'éther est traversé dans toutes les directions par les rayons émis par la matière pondérable. Ces rayons, incessamment réfléchis par les parois, ne tarderont pas à rencontrer de nouveau le corps M. Ils finiront par être absorbés par lui, mais la perte que subirait ainsi l'énergie de l'éther se trouvera compensée par l'émission de nouvelles ondes lumineuses ou calorifiques. Du reste, cette égalité de l'énergie émise et absorbée n'est pas limitée à la totalité des vibrations : si, en employant le théorème de Fourier, on décompose le rayonnement en

[1] Conférence faite au IVe Congrès international des Mathématiciens et complétée depuis par l'auteur.

un grand nombre de parties, chacune caractérisée par sa longueur d'onde, la quantité d'énergie qui correspond à chaque partie restera constante malgré les échanges continuels.

De plus, la seconde loi de la Thermodynamique, c'est-à-dire le principe que l'égalité de température d'un système de corps ne sera jamais troublée par leur rayonnement mutuel, exige que l'état de l'éther soit indépendant de la nature physique ou chimique du corps pondérable. Placez dans l'enceinte un morceau de métal, un cristal quelconque ou une masse gazeuse, vous aurez toujours le même rayonnement dans l'éther ambiant.

En somme, cette théorie de Kirchhoff, que je viens de rappeler à grands traits, suppose que l'énergie du rayonnement qui existe dans l'unité de volume de l'éther, en tant qu'elle correspond aux longueurs d'onde comprises entre les limites λ et $\lambda + d\lambda$, peut être représentée par une expression de la forme :

$$F(\lambda, T)\,d\lambda, \tag{1}$$

où la fonction F est indépendante des propriétés spéciales du corps qui a produit les rayons. (Dans cette formule, comme dans toutes celles qui suivront, nous entendrons par T la température absolue.)

Kirchhoff ne laissait pas d'insister sur la haute importance de cette fonction du rayonnement. En effet, l'existence d'une telle fonction universelle prouve que tous les corps pondérables doivent avoir quelque chose de commun, et le problème de découvrir en quoi cela consiste offre un charme particulier.

Avant de considérer les recherches théoriques faites sur la fonction F, je dois dire quelques mots de la manière dont elle peut être déterminée expérimentalement. Imaginons une enceinte de très grandes dimensions, qui ne contienne qu'un petit corps M placé près du centre. Laissons au système le temps de se mettre en équilibre, et pratiquons ensuite dans l'une des parois une petite ouverture.

Les rayons qui se dirigeaient vers la partie de la paroi qui a été enlevée passeront maintenant au dehors du système, et il est clair que, si, au moyen d'un spectroscope muni d'un bolomètre, nous pouvions examiner la radiation qui sort de l'ouverture dans les premiers instants, cela nous ferait connaître l'état de rayonnement existant à l'intérieur de l'enceinte. Il faut remarquer, cependant, qu'en général ce ne sera que pendant un temps extrêmement court, beaucoup trop court pour permettre des observations, que les rayons sortant de l'ouverture correspondront à cet état. Vu la grande vitesse de propagation, les vibrations qui se trouvaient à l'entour du corps pondérable auront bientôt quitté le système, et le rayonnement s'affaiblira, à moins que le corps n'émette rapidement une quantité de rayons suffisante pour remplacer l'énergie qui s'est élancée au dehors. On peut démontrer qu'il en sera ainsi lorsque le corps pondérable offrira la propriété d'absorber tous les rayons qu'il reçoit; on connaîtra donc la fonction cherchée si l'on réussit à déterminer l'émission d'un corps de cette nature, d'un corps « noir » comme on dit ordinairement.

Or, grâce à une idée ingénieuse de Boltzmann, qui a été reprise par MM. W. Wien et Lummer, on est parvenu à réaliser un corps noir, et à en examiner le rayonnement. C'est un point sur lequel nous aurons à revenir. Ce qui nous intéresse pour le moment, c'est le résultat général de ces expériences. Pour chaque température T, on peut représenter graphiquement la fonction du rayonnement F en prenant pour abscisses les valeurs de λ et pour ordonnées celles de F. La courbe obtenue montre une allure à laquelle on aurait pu s'attendre; l'ordonnée est maximum pour une longueur d'onde déterminée λ_m, et devient insensible pour des valeurs très petites ou très grandes des abscisses. Il n'est guère nécessaire d'ajouter que l'aire comprise entre la courbe et l'axe des longueurs d'onde, c'est-à-dire l'intégrale :

$$\int_0^\infty F(\lambda, T)\,d\lambda, \tag{2}$$

est la mesure du rayonnement total du corps noir, ou bien de l'énergie totale qui existe dans l'unité de volume de l'éther contenu dans notre enceinte.

Cette grandeur croît rapidement lorsqu'on élève la température, et il y a en même temps un changement profond dans la distribution de l'énergie dans le spectre. Il en est du corps noir comme de beaucoup d'autres qui ne peuvent pas être appelés ainsi; l'échauffement favorise l'émission de rayons à petite longueur d'onde, de sorte que l'ordonnée maxima se déplace vers le côté du violet.

C'est sur cette influence de la température que se sont portées les recherches théoriques qui ont suivi celles de Kirchhoff. Boltzmann a démontré que le rayonnement total doit être proportionnel à la quatrième puissance de la température, et Wien a assigné à la fonction du rayonnement la forme :

$$F(\lambda, T) = \frac{1}{\lambda^5} f(\lambda T), \tag{3}$$

où $f(\lambda T)$ est une fonction du produit de la longueur d'onde par la température. On en déduit que le déplacement du maximum vers le violet suit une loi bien simple : la longueur d'onde qui lui correspond est inversement proportionnelle à la température.

Nous verrons, dans la suite, que certaines consi-

dérations pourraient nous porter à croire qu'après tout ces lois remarquables ne sont pas conformes à la réalité. Toutefois, le travail de déduction qui a conduit à les énoncer appartient à ce qu'on a fait de plus beau en Physique théorique, et, au premier abord, il semble qu'elles méritent une entière confiance. On peut invoquer à l'appui non seulement l'accord très satisfaisant avec les expériences de Lummer et Pringsheim, mais aussi la solidité des théorèmes dont Boltzmann et Wien se sont servis dans leurs raisonnements. Il est vrai que la Thermodynamique ne leur a pas suffi; on a été obligé d'emprunter à la théorie électromagnétique de la lumière la notion d'une pression exercée par les rayons, et de faire intervenir le changement de longueur d'onde qui est produit, selon le principe bien connu de Döppler-Fizeau, par le déplacement d'une paroi réfléchissante; mais ces principes semblent être à l'abri de tout doute.

On voit que le problème posé par Kirchhoff n'est pas entièrement résolu par notre dernière équation. Au lieu des deux grandeurs λ et T, nous avons maintenant la seule variable λT; mais la manière dont ce produit entre dans la fonction f reste à déterminer.

II

On peut aller plus loin et chercher à pénétrer le mécanisme intime des phénomènes; il faudra se rendre compte des mouvements invisibles des petites particules du corps pondérable et du lien qu'il y a entre ces mouvements et le champ électromagnétique dans l'éther. La théorie du rayonnement doit donc se rattacher aux théories moléculaires de la matière et se conformer à la méthode dont elles se servent.

On sait que Clausius a inauguré la théorie moderne des gaz et que Maxwell et Boltzmann ont su donner un vaste développement à cette doctrine et à la théorie cinétique de la matière en général. Les travaux de ces physiciens fournissent un exemple remarquable de l'application de deux branches des Mathématiques. En premier lieu, le Calcul des probabilités y joue un rôle considérable, comparable à celui qu'il a dans la Statistique. En effet, à part quelques résultats très simples, on ne peut faire presque rien dans la théorie des mouvements moléculaires sans se servir d'une méthode statistique. Comme il est impossible de suivre dans leurs mouvements chacune des innombrables particules dont un corps se compose, on est obligé de grouper ensemble les molécules qui se trouvent dans un même état de mouvement, ou plutôt dont l'état est compris entre des limites suffisamment resserrées. Quand on connaît le nombre des molécules appartenant à chaque groupe, on a une image statistique de l'état du corps, et l'on pourra décrire les changements de cet état, si l'on réussit à indiquer comment les nombres en question varient d'un instant à un autre.

L'autre branche des Mathématiques dont je dois dire quelques mots est la Géométrie polydimensionnelle, qui, dans ces dernières années, a pris une grande importance pour plusieurs parties de la Physique. Déjà, les physico-chimistes commencent à s'en servir pour coordonner les phénomènes compliqués qui se présentent dans leurs recherches. Tant qu'il s'agit des équilibres dans les systèmes formés de deux ou de trois substances, on peut employer une représentation de l'énergie libre ou du potentiel thermodynamique par une courbe ou une surface; la solution d'un problème est alors souvent ramenée à une construction géométrique. D'une manière analogue, on peut, dans l'étude des systèmes à un plus grand nombre de composantes, introduire une représentation graphique dans un espace à plus de trois dimensions. Bien entendu, on ne *voit* pas cette représentation, et en réalité l'avantage qu'on y trouve consiste dans l'emploi du *langage* de la Géométrie polydimensionnelle, qui fait ressortir mieux que toute autre chose l'analogie des équilibres avec ceux qui se présentent dans des systèmes moins compliqués.

Signalons aussi, à ce propos, l'exemple donné par Hertz dans son admirable Traité sur les Principes de la Mécanique. Grâce à un mode d'expression qui a été modelé d'après celui de la Géométrie à n dimensions, il a pu réduire tous les phénomènes du mouvement à cette loi fondamentale, que tout système matériel se meut avec vitesse constante suivant une ligne dont la courbure est la plus petite qui soit compatible avec les liaisons du système. Dans cette théorie, certains principes généraux, tels que celui de la moindre action, prennent une forme très claire, que, du reste, on peut leur conserver si l'on préfère les idées fondamentales de la Mécanique ordinaire aux nouvelles hypothèses par lesquelles Hertz a voulu les remplacer.

Dans les questions de Statistique, les méthodes de la Géométrie polydimensionnelle se présentent immédiatement à l'esprit dès que le nombre des variables qu'on prend pour base du groupement est supérieur à trois. Si les divers cas qui font l'objet de la statistique ne se distinguent que par la valeur d'une variable unique, on peut, en prenant cette dernière pour coordonnée, représenter chaque cas par un point sur une ligne droite. Les cas dans lesquels la variable en question est comprise entre des limites données correspondront à des points situés sur une certaine partie de la ligne, et l'on connaîtra la loi de distribution des différentes valeurs de la variable quand on aura exprimé en

fonction de la coordonnée la densité de la distribution des points représentatifs.

Une méthode analogue peut être suivie quand le groupement se fait selon les valeurs de deux ou de trois variables; la représentation graphique se fera alors dans un plan ou dans un espace. Ici encore, chaque cas particulier a son point représentatif, dont les coordonnées indiquent les valeurs des variables fondamentales, et la grandeur sur laquelle on devra porter son attention est de nouveau la densité de la distribution, c'est-à-dire le nombre des points par unité de surface ou unité de volume.

On comprend facilement l'extension qu'on peut donner à ce qui précède. Lorsqu'il y a n variables fondamentales, on peut considérer leurs valeurs comme les coordonnées d'un point dans un espace à n dimensions; on dira que ces points, ou les cas qu'ils représentent, sont distribués dans un domaine polydimensionnel, et l'on entendra par densité de la distribution le nombre des points par unité d'étendue.

Cette définition suppose qu'on puisse évaluer la grandeur d'un domaine qui est limité d'une manière quelconque; en d'autres termes, la grandeur d'un intervalle qu'on laisse libre aux variations des grandeurs fondamentales. C'est un problème qu'on peut toujours résoudre après avoir fixé que la grandeur d'un intervalle dans lequel les variables x_1, x_2, ... x_n sont simultanément comprises entre x_1 et $x_1 + dx_1$, x_2 et $x_2 + dx_2$, ... x_n et $x_n + dx_n$ sera représentée par le produit $dx_1\, dx_2 \ldots dx_n$.

Parmi les théorèmes dans lesquels il est question de l'étendue de ces domaines polydimensionnels, il y en a un, dû à Liouville, qui est d'une fréquente application dans les théories moléculaires. Considérons un système matériel dont le mouvement est déterminé par les équations de Hamilton :

$$\dot{q} = \frac{\partial E}{\partial p}, \quad \dot{p} = -\frac{\partial E}{\partial q},$$

où l'on a désigné par q les n coordonnées de Lagrange, par $\dot{q}$ les vitesses, par p les moments correspondants, et par E l'énergie exprimée en fonction des coordonnées et des moments. A chaque système de valeurs des q et des p existant à un moment t_1, correspondront des valeurs déterminées q', p' de ces variables à un instant postérieur t_2; et, si nous laissons aux valeurs initiales la liberté de varier dans un domaine dV infiniment petit de l'étendue à $2n$ dimensions qui leur correspond, les valeurs finales seront limitées à un domaine dV' de l'étendue (q', p'). Le théorème de Liouville nous enseigne qu'on a toujours :

$$dV' = dV.$$

On me pardonnera, je l'espère, cette digression, qui me paraît présenter quelque intérêt pour ceux qui ont un peu perdu l'habitude de la Géométrie polydimensionnelle.

III

Revenons maintenant aux mouvements dans un système de molécules. Dans le cas d'un gaz dont les particules sont considérées comme des points matériels, les composantes de la vitesse d'une molécule peuvent être prises pour variables fondamentales, et l'état sera stationnaire lorsque la densité de la distribution est exprimée par la fonction :

$$ae^{-kE}, \tag{4}$$

où a et k sont des constantes, tandis que E désigne l'énergie cinétique d'une molécule. Cette formule exprime la loi bien connue de Maxwell, que Boltzmann a su étendre à des gaz polyatomiques. Il trouva qu'on n'a rien à changer à la forme de l'expression (4). Si l'on prend pour variables fondamentales les coordonnées rectangulaires du centre de gravité d'une molécule, les composantes de la vitesse de ce point, et les coordonnées et moments qui définissent les positions et les vitesses des atomes relatives au centre de gravité, la fonction représente toujours, pour un état stationnaire du gaz, la densité de la distribution dans l'espace polydimensionnel correspondant à toutes ces variables, c'est-à-dire que le nombre des molécules pour lesquelles les valeurs des variables se trouvent dans un certain intervalle infiniment petit sera donné par le produit de la grandeur de cet intervalle par la fonction (4). Seulement, E doit signifier maintenant l'énergie totale d'une molécule, y compris l'énergie potentielle qui peut être due à l'action de forces extérieures, telles que la gravité.

Ce qui nous intéresse surtout dans ces théories, c'est la conclusion qu'on peut en tirer en ce qui concerne l'énergie cinétique d'une molécule ou d'un atome. On trouve qu'à température donnée, la valeur moyenne de cette énergie, pour autant qu'elle dépend du mouvement du centre de gravité, est une valeur entièrement déterminée, à laquelle on ne peut rien changer, ni par l'action de forces extérieures, ni par un changement d'état d'agrégation, ni même par une combinaison ou décomposition chimique. Cette énergie moyenne est proportionnelle à la température T et peut donc être représentée par αT, où α est une constante universelle. Nous la verrons reparaître dans la théorie du rayonnement.

La méthode de Boltzmann est très générale; mais pourtant il y a des cas où elle ne s'applique pas, l'état intérieur d'un système pouvant être tellement compliqué qu'il devient difficile ou même impossible de choisir les unités ou les éléments pour les-

quels on établira une statistique. Dans ces circonstances, on peut se servir d'une autre méthode qu'on doit également à Boltzmann, et que Gibbs a mise sous une forme plus légèrement maniable.

Elle consiste à faire la statistique, non pas des molécules dont un corps se compose, mais d'un assemblage de corps entiers, qui peuvent tous être regardés comme des copies de celui qu'il s'agit d'étudier. Nous supposerons que le nombre N de ces corps soit très grand et qu'ils diffèrent plus ou moins les uns des autres par les positions relatives et les vitesses de leurs particules; alors nous pourrons faire la statistique de l'ensemble qu'ils constituent.

Définissons l'état d'un corps par n coordonnées générales q et par les moments correspondants p, et considérons ces variables fondamentales comme les coordonnées dans un espace à $2n$ dimensions. Soit $d\mathrm{V}$ un élément de cet espace, $\varphi\, d\mathrm{V}$ le nombre des points représentatifs ou, comme nous dirons pour abréger, des corps qui s'y trouvent. Au point de vue statistique, l'état de l'ensemble est connu lorsque φ, la densité de la distribution, est donnée en fonction des q et des p.

Les N systèmes de l'ensemble doivent être regardés comme simplement juxtaposés, sans aucune action mutuelle. Cependant, l'état de chacun d'eux se modifiera par les mouvements et les forces intérieurs. Donc, les points représentatifs se déplaceront, et ce n'est que pour certaines formes spéciales de la fonction φ que, malgré ce déplacement, la distribution avec laquelle on commence se maintient. En se servant du théorème de Liouville, on démontre facilement qu'on a une telle distribution stationnaire, c'est-à-dire un état de choses dans lequel il y a toujours le même nombre de systèmes dans un élément $d\mathrm{V}$, si l'on pose :

$$\varphi = \mathrm{C}e^{-\frac{E}{\Theta}},$$

E étant l'énergie d'un système — qui dépend des coordonnées et des moments — et C et Θ désignant des constantes. Un ensemble déterminé par cette équation est nommé par Gibbs un ensemble « canonique ».

Comme chaque système est indépendant des autres, chacun a une énergie constante, et son point représentatif se meut sur ce qu'on peut appeler une « surface de constante énergie ». Deux de ces surfaces, caractérisées par les valeurs E et $E + dE$ de l'énergie, renferment une certaine partie de l'étendue $2n$-dimensionnelle totale, disons une « couche » mince, et les points représentatifs qui se trouvent dans cette couche, où ils sont uniformément répandus, y resteront pour toujours. Cela posé, on peut enlever par la pensée tous les systèmes qui se trouvent au dehors de la couche. Si ensuite, pour ceux qui y appartiennent, on fait abstraction des différences infiniment petites entre leurs énergies, on obtient un ensemble que Gibbs appelle « microcanonique » et que Boltzmann avait déjà étudié sous le nom d'ensemble « ergodique ». Un ensemble de ce genre est caractérisé par la valeur de l'énergie de tous les systèmes, tandis qu'un ensemble canonique est défini par la valeur de la constante Θ, que Gibbs nomme le « module ».

Quel est, maintenant, le parti qu'on peut tirer de ces considérations, qui, au premier abord, semblent peu propres à nous apprendre quelque chose sur ce qui se passe dans un système réel? Si elles peuvent nous être utiles, c'est parce que, dans les systèmes avec lesquels nous faisons nos expériences, le nombre des particules ou éléments constituants est excessivement grand. Grâce à cela, il est très probable, sinon certain, que les grandeurs qui sont accessibles à nos observations sont sensiblement les mêmes dans la vaste majorité des systèmes d'un ensemble ergodique, et qu'on obtiendra les valeurs de ces grandeurs pour un corps réel en prenant les moyennes des valeurs qu'elles ont dans un tel ensemble. On peut même dire que, lorsque, au lieu d'opérer toujours sur un même morceau de cuivre, par exemple, on répète les mesures un grand nombre de fois sur des morceaux différents, « égaux » les uns aux autres dans le sens ordinaire de ce mot, c'est en réalité sur les corps d'un ensemble microcanonique qu'on fait les mesures. Substituer la considération des valeurs moyennes dans un tel ensemble à l'étude d'un seul et même corps, cela revient, en fin de compte, à négliger les petites différences qu'on trouverait, ou plutôt qu'on ne trouverait pas, parce qu'elles sont trop faibles, entre un échantillon de cuivre et un autre.

Quant à l'ensemble canonique, l'idée de s'en servir peut être regardée comme un artifice mathématique. Pour une valeur donnée du module Θ, les systèmes de l'ensemble ont une certaine énergie moyenne E, et, lorsque les particules ou éléments de chaque système sont très nombreux, il semble permis d'admettre que le nombre des systèmes dans lesquels l'énergie diffère tant soit peu de la valeur moyenne est très petit par rapport au nombre total N. Par conséquent, les valeurs moyennes calculées pour l'ensemble canonique peuvent être considérées comme égales à celles qu'on trouverait pour un ensemble microcanonique ayant l'énergie E; elles pourront donc nous faire connaître, elles aussi, les valeurs qui se rapportent à un système réel.

IV

Après ces préliminaires, qui peut-être sont devenus trop longs, nous pouvons enfin aborder

notre problème principal. Il nous sera facile d'en trouver une solution remarquable, que M. Jeans a été le premier à indiquer.

Nous devons nous figurer le corps M qui se trouve dans l'enceinte parallélipipédique comme composé d'innombrables atomes animés d'un mouvement perpétuel; de plus, il y a des particules chargées ou électrons, soit libres, soit captives à l'intérieur des atomes. Ces électrons prennent part au mouvement calorifique des atomes, et doivent être regardés comme les véritables sources du rayonnement. En effet, d'après les idées modernes, le mouvement d'une particule non chargée n'a aucune influence sur l'éther; un électron, au contraire, devient le centre d'un rayonnement toutes les fois que sa vitesse change en direction ou en grandeur. D'un autre côté, les forces électriques qui existent dans un rayon de lumière agissent sur les électrons et leur communiquent un mouvement qu'ils partageront bientôt avec les autres particules du corps. Voilà la cause de l'absorption des rayons, par laquelle une partie de leur énergie est transformée en chaleur.

Vu le nombre énorme des atomes et électrons, la diversité de leurs mouvements, et la complexité des rayons qui s'entre-croisent dans l'éther, la méthode statistique est toute indiquée, et, comme il semble difficile de l'appliquer à un seul système, nous aurons recours à la méthode de Gibbs. Examinons d'abord la question de son applicabilité à notre problème.

L'état de l'éther dans un système où se trouvent des électrons mobiles est déterminé par un système d'équations aux dérivées partielles, qui, au premier abord, semblent bien différentes des équations de Hamilton. Elles contiennent la force électrique, qui, grâce à un choix convenable des unités, peut être représentée par le même vecteur D que le déplacement diélectrique, la force magnétique H, la densité ρ de la charge électrique, et la vitesse v avec laquelle un élément de la charge se déplace; enfin une constante c, égale à la vitesse de la lumière. En choisissant convenablement les axes des coordonnées, et en indiquant par les signes D_x, D_y, D_z, H_x, etc. les composantes des vecteurs D, H, etc., nous aurons :

$$\frac{\partial D_x}{\partial x} + \frac{\partial D_y}{\partial y} + \frac{\partial D_z}{\partial z} = \rho. \tag{5}$$

$$\frac{\partial H_x}{\partial x} + \frac{\partial H_y}{\partial y} + \frac{\partial H_z}{\partial z} = 0, \tag{6}$$

$$\frac{\partial H_z}{\partial y} - \frac{\partial H_y}{\partial z} = \frac{1}{c}(\dot{D}_x + \rho v_x), \text{ etc.} \tag{7}$$

$$\frac{\partial D_z}{\partial y} - \frac{\partial D_y}{\partial z} = -\frac{1}{c}\dot{H}_x, \text{ etc.} \tag{8}$$

A ces équations, il faut joindre les conditions qui doivent être remplies aux parois de l'enceinte. Je supposerai que ces parois soient parfaitement conductrices, ce qui les rendra parfaitement réfléchissantes; alors la force électrique D sera partout normale à la paroi.

On peut démontrer que les conditions que je viens d'énumérer déterminent complètement le champ électromagnétique dans l'éther, quand on connaît, outre l'état initial, la distribution de la charge des électrons et le mouvement de ces particules. Quant à ce mouvement lui-même, il faudra tenir compte, en l'étudiant, d'abord des forces qui peuvent agir entre les électrons et les particules non chargées, et, en second lieu, de la force exercée par l'éther. Par unité de charge, les composantes de cette dernière sont données par :

$$D_x + \frac{1}{c}(v_y H_z - v_z H_y), \text{ etc.} \tag{9}$$

Comme je le disais déjà, ce système de formules est bien différent des équations de Hamilton. Cependant, on peut les y réduire. C'est ce qu'on peut faire en deux pas, dont le premier consiste dans l'établissement d'un théorème qui est analogue à celui de la moindre action et que j'exprimerai par la formule :

$$\delta \int_{t_1}^{t_2} (L - U)\, dt = 0. \tag{10}$$

Ici, l'énergie électrique est représentée par U, l'énergie magnétique par L, et le signe δ se rapporte au passage d'un état de choses réel, qui satisfait à toutes les équations précédentes, à un état fictif, que je nommerai l'état ou le mouvement varié, et que nous précisons comme il suit. A partir de l'état réel qui existe à un moment quelconque t, nous donnons des déplacements infiniment petits aux électrons, et un changement infiniment petit aux composantes D_x, D_y, D_z, tels que l'équation (5) ne cesse pas d'être vraie, et que les conditions aux parois restent remplies. Ces déplacements et variations peuvent être des fonctions continues quelconques du temps; quand ils ont été choisis, nous connaissons pour chaque instant la position variée des électrons et le champ électrique varié dans l'éther. Le mouvement varié n'est autre chose que la succession de ces états variés, et les nouvelles vitesses des électrons, les valeurs de $\dot{D}_x$, $\dot{D}_y$, $\dot{D}_z$ et les grandeurs $\dot{D}_x + \rho v_x$, etc., qu'on peut appeler les composantes du courant varié, se trouvent complètement définies.

Entendons ensuite par H le vecteur défini par les équations (6) et (7), et calculons la valeur de L pour les deux mouvements par la formule :

$$L = \frac{1}{2}\int H^2 dS,$$

BIOLOGI

où dS est un élément de volume; nous aurons alors la valeur de δL. Pareillement, nous obtiendrons δU en prenant pour les deux mouvements l'intégrale :

$$U = \frac{1}{2}\int D^2 dS.$$

On peut démontrer maintenant que l'équation (10) est toujours vraie, pourvu que les déplacements des électrons et les variations de D s'annulent pour $t = t_1$ et $t = t_2$. Réciproquement, on peut trouver les équations (8) et les forces (9) en partant de la formule (10).

Il importe de remarquer que, pour arriver à cette équation, il n'est nullement nécessaire de penser à une explication mécanique des phénomènes électromagnétiques, dans laquelle L serait considéré comme l'énergie cinétique, et U comme l'énergie potentielle. Il nous suffit que nous ayons une équation de la même forme que celle qu'on rencontre dans la Mécanique ordinaire.

Jusqu'ici nous n'avons parlé ni des particules sans charge, ni des actions non-électromagnétiques. On en tiendra compte en comprenant sous le symbole U l'énergie potentielle de ces actions, et sous L l'énergie cinétique des particules (et des électrons eux-mêmes, si nous voulons leur attribuer une masse matérielle).

Passons maintenant du principe de la moindre action aux équations de Hamilton. A cet effet, il est nécessaire d'introduire un système de coordonnées q, propres à définir la position des particules et le champ électrique dans l'éther.

Je commencerai par choisir un nombre de coordonnées que j'appellerai toutes q_1, qui déterminent la position des particules non chargées, et un système de grandeurs q_2 qui fixent la position des électrons. Pour simplifier, je considérerai ces derniers comme des corps rigides; alors nous pouvons prendre pour chacun d'eux les coordonnées de son centre, et les angles qui déterminent son orientation.

Il nous reste à choisir les coordonnées pour le champ électrique dans l'éther. Or, quel que soit ce champ, on peut toujours le décomposer en deux parties superposées, dont la première est le champ qui existerait si les électrons se trouvaient en repos dans les positions indiquées par les coordonnées q_2, tandis que la seconde satisfait partout à la relation :

$$\frac{\partial D_x}{\partial x} + \frac{\partial D_y}{\partial y} + \frac{\partial D_z}{\partial z} = 0,$$

chacune des deux parties remplissant les conditions aux parois. La première partie est entièrement déterminée par les coordonnées q_2, et le théorème de Fourier nous permet d'écrire pour la seconde :

$$(11)\quad \begin{cases} D_x = \sum (q_3\alpha + q'_3\alpha') \cos\frac{u\pi}{f}x \sin\frac{v\pi}{g}y \sin\frac{w\pi}{h}z, \\ D_y = \sum (q_3\beta + q'_3\beta') \sin\frac{u\pi}{f}x \cos\frac{v\pi}{g}y \sin\frac{w\pi}{h}z, \\ D_z = \sum (q_3\gamma + q'_3\gamma') \sin\frac{u\pi}{f}x \sin\frac{v\pi}{g}y \cos\frac{w\pi}{h}z. \end{cases}$$

Ici, on a pris pour axes des coordonnées trois arêtes du parallélipipède, et on a représenté par f, g, h les longueurs de ces arêtes. Les coefficients u, v, w sont des nombres entiers et positifs, et, pour chaque système (u, v, w) de leurs valeurs, on a introduit deux directions déterminées par les cosinus α, β, γ, α', β', γ', ces directions étant perpendiculaires entre elles et à celle qui est déterminée par $\frac{u}{f}$, $\frac{v}{g}$, $\frac{w}{h}$. De plus, pour chaque système (u, v, w), il y a deux coefficients q_3 et q'_3; enfin, les sommes doivent être étendues à toutes les combinaisons possibles des u, v, w. Ce sont les grandeurs q_3, q'_3 — indiquées dans la suite par le seul symbole q_3 — qui seront les coordonnées pour l'éther.

Il s'agit maintenant de former les valeurs des énergies U et L. Lorsqu'un champ électrique ou magnétique résulte de la superposition d'un nombre de champs élémentaires, l'énergie se compose de plusieurs parties, dont les unes appartiennent aux champs élémentaires pris séparément, tandis que chacune des autres provient de la coexistence de deux champs élémentaires. Dans le cas qui nous occupe, il y a d'abord les champs électriques dépendant des coordonnées q_2 et q_3. Quant aux champs magnétiques, chacun d'eux correspond à une certaine distribution du courant électrique. Quand une coordonnée q_2 change avec le temps, c'est-à-dire quand un électron se déplace, nous avons un courant de convection, combiné avec un courant de déplacement dans l'éther ambiant; l'intensité de ces courants et celle du champ magnétique qu'ils produisent sont alors proportionnelles à $\dot{q}_2$. D'un autre côté, le changement d'une coordonnée q_3 déterminera un courant de déplacement dont on trouvera les composantes en différentiant par rapport à t les expressions (11). Ce courant et son champ magnétique sont proportionnels à la dérivée $\dot{q}_3$.

Remarquons encore que, dans l'expression pour l'énergie électrique, il n'y a ni termes avec le produit d'un q_3 par un q'_3, ni termes qui contiennent le produit de deux q_3 différents. Pareillement, les produits de deux q_3 feront défaut dans l'expression pour l'énergie magnétique.

En fin de compte, on peut écrire :

$$(12)\qquad U = U_0 + \frac{1}{16} fgh \sum q_3^2,$$

U_0 étant une fonction des coordonnées q_1 et q_2, et

$$(13)\qquad L = L_0 + \frac{fgh}{16\,c^2}\sum \frac{\dot{q}^2_3}{\pi^2\left(\frac{u^2}{l^2}+\frac{v^2}{g^2}+\frac{w^2}{h^2}\right)} + \sum_i l_{ij}\dot{q}_i\dot{q}_j,$$

où L_0 est une fonction homogène du second degré des dérivées $\dot{q}_1$ et $\dot{q}_2$. Le dernier terme de L contient tous les produits d'un $\dot{q}_2$ par un $\dot{q}_3$, chacun d'eux étant multiplié par un coefficient qui est une fonction des coordonnées de l'électron auquel se rapporte $\dot{q}_{2i}$. Ce coefficient dépend des valeurs de u, v, w, α, β, γ correspondant à la coordonnée q_{3j}, mais non pas de cette coordonnée elle-même.

Par un raisonnement qu'il est inutile d'indiquer ici, la formule générale (10) conduit maintenant à des équations qui sont semblables à celles de Lagrange et qui pourraient servir à traiter les problèmes qu'on étudie ordinairement à l'aide des équations (5)-(9). Par exemple, dans l'expression pour la force exercée sur un électron, il y aura un terme qui contient les vitesses $\dot{q}_2$ de cet électron, multipliées par les grandeurs $\dot{q}_3$; ce terme représente la force qui est due au mouvement de la particule dans le champ magnétique.

Notons aussi que l'équation relative à une coordonnée q_3 a la forme :

$$(14)\qquad \frac{fgh}{8\,c^2}\cdot\frac{\ddot{q}_3}{\pi^2\left(\frac{u^2}{l^2}+\frac{v^2}{g^2}+\frac{w^2}{h^2}\right)} + \sum l_{ij}\ddot{q}_i + \sum_i \frac{dl_{ij}}{dt}\dot{q}_{2i} + \frac{1}{8}fgh\,q_{3j} = 0.$$

Les termes contenant $\ddot{q}_{2i}$ peuvent nous faire connaître la radiation émise par les électrons; nous savons déjà qu'une telle radiation existe toutes les fois qu'il y a des accélérations $\ddot{q}_2$.

Du reste, lorsque les électrons se trouvent en repos, de sorte que $\dot{q}_2 = 0$ et $\ddot{q}_2 = 0$, la formule (14) montre que q_{3j} peut subir des changements périodiques représentés par :

$$q_{3j} = a\cos(nt + s),$$

où a et s sont des constantes.

Si l'on substitue ces valeurs dans les équations (11), celles-ci prennent la forme correspondant à des ondes stationnaires. La longueur de ces ondes est donnée par :

$$(15)\qquad \lambda = \frac{2}{\sqrt{\frac{u^2}{l^2}+\frac{v^2}{g^2}+\frac{w^2}{h^2}}},$$

et la durée des vibrations par :

$$\tau = \frac{2}{c\sqrt{\frac{u^2}{l^2}+\frac{v^2}{g^2}+\frac{w^2}{h^2}}},$$

de sorte qu'on retrouve la relation générale :

$$\lambda = c\tau.$$

V

Dans ce qui précède, nous avons parlé des équations de Lagrange. Celles de Hamilton s'en déduisent par le procédé ordinaire, si l'on introduit les moments p qu'on obtient en différentiant l'expression (13) par rapport aux grandeurs $\dot{q}$.

Une des conditions nécessaires pour que la méthode de Gibbs puisse être appliquée à notre système se trouve maintenant remplie. Cependant, il y a encore une difficulté. Dans chacun des systèmes dont nous pourrions composer un ensemble, le nombre des coordonnées q_3 qui définissent le champ électrique dans l'éther est infini, et il paraît difficile de faire la statistique par rapport à un nombre infini de variables. Il est donc nécessaire de remplacer le système réel avec son nombre infini de degrés de liberté par un système fictif pour lequel ce nombre n est limité, et de traiter le système réel comme un cas limite dont on s'approche de plus en plus en faisant croître le nombre n. Le cas est analogue à celui d'une corde vibrante qui a également un nombre infini de coordonnées. Ici, on peut limiter ce nombre en supposant que la masse soit concentrée en des points placés à des distances finies sur un fil qui lui-même est sans masse appréciable, expédient dont on se sert souvent pour trouver les modes de vibration d'une corde continue. On pourrait suivre la même voie dans l'étude d'un système électromagnétique, si l'on pouvait commencer par des équations ne contenant que les valeurs des grandeurs électromagnétiques dans un groupe de points situés à des distances finies les uns des autres. Ce remplacement des équations différentielles par des équations à différences finies est facile lorsqu'il s'agit des formules qui s'appliquent à l'éther libre, mais il m'a été impossible de faire la même chose pour les équations qui contiennent la densité ρ de la charge.

Heureusement, il y a un autre artifice. Le nombre des coordonnées d'un système mécanique peut être diminué par l'application de nouvelles liaisons; on peut, par exemple, imaginer un mécanisme qui empêche une corde de se mouvoir comme elle le ferait en donnant les harmoniques au delà d'un certain nombre de vibrations, tout en la laissant libre de donner les tons inférieurs. D'une manière analogue, nous obtiendrons un système ne possédant qu'un nombre fini de degrés de liberté si nous imaginons dans l'éther des liaisons qui excluent les champs électriques représentés par les formules (11) pour lesquels la longueur d'onde (15) serait inférieure à une certaine limite λ_0. C'est avec ce système fictif que nous pouvons former un ensemble canonique de Gibbs au module Θ.

Parmi les propriétés d'un tel ensemble, il y en a

une qui est d'un intérêt spécial pour notre but. Supposons qu'une des coordonnées q ou un des moments p n'entre dans l'expression pour l'énergie E que dans un terme de la forme αq^2 ou βp^2. On démontre alors que la valeur moyenne de la partie de l'énergie qui est indiquée par ce terme, c'est-à-dire de la partie de l'énergie qui correspond à l'ordonnée ou au moment en question, est donnée par la moitié du module Θ.

Ce résultat s'applique à quelques-unes des variables que nous avons à considérer. En premier lieu, si m est la masse d'une particule non chargée, disons d'une molécule, du corps M, et q_1 une des coordonnées rectangulaires du centre de gravité de cette molécule, l'énergie L contient le terme $\frac{1}{2}m\dot{q}_1^2$ ou $\frac{p_1^2}{2m}$, si p_1 est le moment correspondant à la coordonnée q_1. Évidemment, ce moment ne se retrouve dans aucun autre terme de L; la valeur moyenne, dans l'ensemble canonique, de la partie de L qui lui correspond est $\frac{1}{2}\Theta$, et l'on trouve $\frac{3}{2}\Theta$ pour la valeur moyenne de l'énergie due au mouvement du centre de gravité de la molécule. En effet, on peut répéter le raisonnement précédent, en entendant par q_1 la deuxième ou la troisième coordonnée de ce point. Fixons maintenant notre attention sur un nombreux groupe de molécules égales contenues dans le corps M; soit μ le nombre de ces molécules. L'énergie totale qu'elles possèdent en vertu du mouvement de leurs centres de gravité aura dans l'ensemble canonique la valeur moyenne $\frac{3}{2}\mu\Theta$, et il faudra lui attribuer la même valeur dans le seul corps M.

Nous avons déjà vu que l'énergie en question peut être représentée par $\alpha\mu T$, T étant la température et α une constante universelle. La comparaison des deux résultats montre que le module Θ doit être proportionnel à la température du corps, et que l'on a :

$$\Theta = \frac{2}{3}\alpha T.$$

En second lieu, chaque coordonnée q_3 de l'éther ne se montre que dans un seul terme :

$$\frac{1}{16}fghq_3^2$$

de l'expression pour l'énergie électrique. Nous en concluons que, dans l'ensemble canonique, l'énergie qui appartient à une seule coordonnée q_3 est donnée, en moyenne, par

$$\frac{1}{2}\Theta = \frac{1}{3}\alpha T,$$

et celle qui appartient aux *deux* coordonnées q_3 et q'_3 que nous avons introduites pour un système de valeurs des nombres u, v, w, par :

$$\frac{2}{3}\alpha T.$$

La forme de la fonction du rayonnement est une conséquence presque immédiate de ce résultat. Il est permis de supposer que les dimensions f, g, h du parallélipipède soient très grandes par rapport aux longueurs d'onde qui entrent en jeu. Cela posé, on trouve :

$$\frac{4\pi}{\lambda^4}fgh\,d\lambda$$

pour le nombre des systèmes (u, v, w) pour lesquels la longueur d'onde est comprise entre les limites λ et $\lambda + d\lambda$, et :

$$\frac{8\pi\alpha T}{3\lambda^4}fgh\,d\lambda$$

pour l'énergie électrique moyenne dans les systèmes de l'ensemble canonique, en tant que cette énergie appartient à l'intervalle $(\lambda, \lambda + d\lambda)$. L'énergie doit avoir cette même valeur pour le système que nous étudions, ce qui donne :

$$\frac{8\pi\alpha T}{3\lambda^4}d\lambda$$

pour l'unité de volume. Remarquons enfin que, dans l'éther qui entoure le corps M, l'énergie magnétique est égale à l'énergie électrique, et nous voyons, en nous bornant toujours à l'intervalle $d\lambda$, que la valeur totale de l'énergie par unité de volume est :

$$\frac{16\pi\alpha T}{3\lambda^4}d\lambda,$$

et que la fonction du rayonnement est donnée par :

$$F(\lambda, T) = \frac{16\pi\alpha T}{3\lambda^4}. \tag{16}$$

VI

Avant d'entrer dans une discussion de ce résultat, je dois mentionner la belle théorie du rayonnement qui a été développée par M. Planck. Ce physicien suppose qu'un corps pondérable contienne des particules dans lesquelles des oscillations électriques peuvent avoir lieu, la plus simple image qu'on puisse se former d'un tel « résonateur » étant celle d'un seul électron qui peut vibrer autour de sa position d'équilibre. Chaque résonateur a sa propre période de vibration, et nous admettrons que toutes les périodes se trouvent représentées dans le corps.

Or, M. Planck considère d'un côté l'équilibre entre les vibrations des résonateurs et le rayonnement dans l'éther, et d'un autre côté le partage de l'énergie

qui se fait entre les résonateurs et les particules ordinaires. La première partie de la théorie est basée sur les équations du champ électromagnétique; dans la seconde, Planck suit une marche semblable à celle dont on s'est souvent servi dans les théories moléculaires. Elle revient à examiner quelle distribution de l'énergie doit être considérée comme la plus probable. Ici, une idée nouvelle est introduite. Planck suppose qu'un résonateur ne puisse pas gagner ou perdre de l'énergie par degrés infinitésimaux, mais seulement par des portions ayant une grandeur finie et déterminée; ces portions seraient inégales pour des résonateurs à périodes de vibration τ différentes. En effet, il attribue à l'élément d'énergie en question la grandeur $\frac{h}{\tau}$. Enfin, par un raisonnement dans lequel je ne puis le suivre ici, il obtient la formule suivante pour la fonction du rayonnement :

$$F(\lambda, T) = \frac{8\pi ch}{\lambda^5} \cdot \frac{1}{e^{\frac{ch}{2\lambda T}} - 1}.$$

Cette équation montre un accord très satisfaisant avec les résultats expérimentaux de Lummer et Pringsheim. Elle a la forme de la formule (3), et elle conduit à un maximum de F pour une valeur de λ qui est inversement proportionnelle à la température.

Pour de grandes valeurs de la longueur d'onde, on peut remplacer :

$$e^{\frac{ch}{2\lambda T}} - 1,$$

par :

$$\frac{ch}{2\lambda T},$$

et la formule de Planck devient identique à celle qu'on trouve par la méthode de Gibbs. Cet accord des résultats obtenus par deux méthodes bien différentes est très curieux, mais malheureusement il n'existe que pour les grandes longueurs d'onde. Selon la théorie que je viens de présenter, la formule (16) devrait être vraie pour toutes les longueurs d'onde possibles; dans le cas limite qu'on obtient en faisant diminuer de plus en plus la valeur que j'ai nommée λ_0, elle devrait s'appliquer même à toutes les longueurs d'onde, si petites qu'elles soient.

C'est ce résultat que j'avais en vue lorsque je disais que peut-être les lois de Boltzmann et de Wien ne pourraient être maintenues. Il est vrai que la fonction que nous avons trouvée rentre dans la forme générale (3), mais il n'y a plus de maximum, et, si l'on étend l'intégrale de la fonction à toutes les longueurs d'onde, de 0 à ∞, on obtient une grandeur infinie. Cela veut dire que, pour être en équilibre avec un corps d'une température donnée, l'éther devrait contenir une quantité infinie d'énergie; en d'autres termes, si l'on commence par un corps doué d'une quantité finie d'énergie, cette dernière se dissiperait entièrement dans l'éther. Nous pouvons ajouter qu'à la longue elle s'y trouverait sous forme d'ondes excessivement courtes, et que même, parce que le produit αT diminuerait de plus en plus, l'énergie qui correspond aux longueurs d'onde au-dessus de quelque valeur fixe arbitrairement choisie tendrait vers 0.

Tout cela semble bien étrange au premier abord et j'avoue que, lorsque Jeans publia sa théorie, j'ai espéré qu'en y regardant de plus près, on pourrait démontrer que le théorème de l'« equipartition of energy », sur lequel il s'était fondé, est inapplicable à l'éther, et qu'ainsi on pourrait trouver un vrai maximum de la fonction F (λ, T). Les considérations précédentes me semblent prouver qu'il n'en est rien, et qu'on ne pourra échapper aux conclusions de Jeans à moins qu'on ne modifie profondément les hypothèses fondamentales de la théorie. Du reste, on serait conduit à des résultats analogues si l'on appliquait la méthode de Gibbs à d'autres systèmes possédant une infinité de degrés de liberté. On peut se figurer, par exemple, deux systèmes de molécules, dont les centres se meuvent dans un plan fixe, les molécules du premier système se mouvant dans ce plan comme les particules d'un gaz se meuvent dans l'espace, et celles du second système étant attachées à des cordes tendues dans une direction perpendiculaire au plan. On trouverait sans doute que, par les chocs mutuels, l'énergie d'un tel système s'accumulerait de plus en plus dans les cordes, y produisant des vibrations à longueurs d'onde extrêmement courtes.

Je ne veux pas nier que la méthode de Gibbs ne soit un peu artificielle et qu'il ne soit préférable d'établir la théorie du rayonnement sur l'examen de ce qui se passe, non pas dans un ensemble, mais dans un seul et même système. Aussi ai-je fait une tentative dans cette direction il y a déjà quelques années. On a de bonnes raisons pour croire que les métaux contiennent des électrons libres animés d'un mouvement rapide, dans lequel ils se heurtent contre les atomes métalliques après avoir parcouru des trajets d'une très petite longueur. Les changements de vitesse qui sont produits par les chocs doivent donner lieu à une émission dont on peut chercher à calculer les particularités, et l'on obtient la valeur de la fonction F en combinant le résultat avec celui qu'on trouve pour l'absorption; on voit facilement, en effet, que l'état de l'éther dans notre enceinte est entièrement déterminé par les pouvoirs émissif et absorbant du corps pondérable M.

Pour simplifier, j'ai effectué le calcul pour une plaque métallique mince. En me bornant à de grandes longueurs d'onde, j'ai trouvé une formule identique à celle que nous venons de déduire au moyen de la méthode de Gibbs. Cela est très satisfaisant, mais je n'ai pas réussi à appliquer ce procédé direct à des longueurs d'onde plus petites. Dès qu'on renonce aux simplifications qui sont permises pour les grandes longueurs, il devient très difficile de débrouiller le rayonnement par le théorème de Fourier et de calculer d'une manière exacte l'absorption produite par un essaim d'électrons fourmillant entre les atomes du métal. Pour faire ressortir encore plus la difficulté du problème, j'ajouterai que les ondes qui existent dans l'éther sont continuellement éparpillées par les électrons, et que cette dispersion est accompagnée d'un changement des périodes lorsque les électrons se trouvent en mouvement.

La méthode basée sur la considération d'un ensemble canonique a le mérite d'embrasser tous ces détails, parce que les équations de Hamilton qu'elle prend pour point de départ comprennent toutes les actions qui existent entre les électrons et l'éther.

Du reste, quel que soit notre jugement sur les différentes théories, leur résultat commun, que, pour les grandes longueurs d'onde, la fonction du rayonnement a la forme :

$$F(\lambda, T) = \frac{16\pi\alpha T}{\lambda^4},$$

peut être considéré comme définitivement acquis. Si l'on compare avec cette formule les mesures faites sur les rayons infra-rouges extrêmes, on peut en déduire la constante universelle α. Cela nous donne la valeur αT de l'énergie moyenne d'une molécule gazeuse à la température T, et ensuite, parce que nous connaissons la vitesse du mouvement calorifique, la masse des molécules et atomes. C'est M. Planck qui, le premier, a montré la possibilité de ces calculs, dont le résultat s'accorde admirablement avec les nombres obtenus par des méthodes entièrement différentes.

On voit aussi que l'énigme posée par le fait que la fonction $F(\lambda, T)$ est indépendante des propriétés spéciales des corps n'est pas restée sans solution; c'est l'énergie d'agitation des particules constituantes, représentée par αT, qui détermine l'intensité du rayonnement dans l'éther.

Dans la formule de Planck, il y a encore la constante h qui est commune à tous les corps, et, si l'on adopte la théorie de ce physicien, on peut espérer découvrir un jour la signification physique de cette constante, ce qui constituerait un progrès de la plus haute importance.

VII

Il me reste à parler[1] de la manière dont la théorie de Jeans, dans laquelle il n'y a pas d'autre constante que le seul coefficient α, doit chercher à rendre compte du maximum dans la courbe du rayonnement que les expériences ont mis en évidence. L'explication donnée par Jeans — et c'est bien la seule qu'on puisse fournir — revient à dire que ce maximum a été illusoire; si on a cru l'observer, ce serait parce qu'on n'avait pas réussi à réaliser un corps qui fût noir pour les petites longueurs d'onde.

En effet, il ne faut pas perdre de vue que la formule que nous avons trouvée pour la fonction du rayonnement, qui dépend du rapport entre les pouvoirs émissif et absorbant d'un corps, ne nous apprend rien sur la grandeur de ces pouvoirs pris séparément. Un exemple bien simple, dans lequel je me bornerai à l'intensité de l'émission, peut nous faire voir que l'échange d'énergie entre la matière et l'éther peut devenir de plus en plus lent à mesure que la fréquence des vibrations augmente. Supposons qu'un électron, se mouvant le long d'une ligne droite, soit repoussé par un point fixe de cette ligne avec une force inversement proportionnelle au cube de la distance x. Nous pouvons poser alors, en choisissant convenablement le moment $t = 0$:

$$x = \sqrt{a^2 + b^2 t^2},$$

où a et b sont des constantes positives, et :

$$\frac{d^2x}{dt^2} = \frac{a^2 b^2}{\sqrt{(a^2 + b^2 t^2)^3}}. \tag{17}$$

C'est cette accélération qui produit le rayonnement, et, pour décomposer ce dernier en des parties qui se distinguent par la longueur d'onde, nous devons développer la fonction (17) à l'aide du théorème de Fourier. Or, si l'on veut déterminer l'amplitude des vibrations de la fréquence n, c'est-à-dire de la longueur d'onde $\frac{2\pi c}{n}$, on est conduit à l'intégrale :

$$\int_0^\infty \frac{\cos nt}{\sqrt{(a^2 + b^2 t^2)^3}}\, dt,$$

qui tend vers la valeur :

$$\frac{1}{ab^2}\sqrt{\frac{\pi b n}{2a}}\, e^{-\frac{an}{b}}$$

pour de grandes valeurs de n. A cause du facteur exponentiel, cette expression finit par devenir

[1] A partir d'ici, cet article diffère de la conférence telle qu'elle a été prononcée au Congrès des Mathématiciens. M. Wien a eu l'obligeance de me faire remarquer qu'en m'abstenant de prendre parti entre les deux théories, je ne m'étais pas suffisamment rendu compte des sérieuses objections qu'on peut faire à celle de Jeans.

extrêmement petite. Il est permis de présumer qu'on obtiendra un résultat semblable lorsqu'un électron se meut sous l'influence d'une force suivant une loi différente, et que l'absorption deviendra très faible en même temps que l'émission. Il se pourrait donc fort bien que le corps dont se sont servis Lummer et Pringsheim, tout en étant équivalent à un corps noir pour de grandes longueurs d'onde, ait eu un pouvoir émissif beaucoup plus petit que celui d'un tel corps pour les ondes les plus courtes.

Remarquons aussi que la petitesse des pouvoirs émissif et absorbant doit avoir pour conséquence qu'en ce qui concerne les petites longueurs d'onde l'équilibre entre l'éther et un corps pondérable s'établit avec une extrême lenteur. On peut même dire que l'équilibre final, dans lequel l'énergie se serait uniformément distribuée sur une infinité de modes de vibration, constituerait un état qu'il est impossible de se représenter et qui ne sera jamais atteint dans un temps fini. En réalité, il n'y aurait qu'une transformation continuelle de l'énergie dans la direction de cet état.

Ces considérations ont, sans doute, un certain intérêt; mais, en y regardant de plus près, on reconnaît facilement qu'elles ne suffisent pas à faire disparaître le désaccord qui existe entre la théorie de Jeans et les observations. En effet, dans les expériences de Lummer et Pringsheim, le pouvoir émissif du corps rayonnant pour les petites longueurs d'onde a été considérablement inférieur à celui qu'on déduit de notre formule (16); donc, si cette équation était la vraie expression du rayonnement d'un corps noir, le rayonnement mesuré par ces physiciens aurait été beaucoup moindre que celui d'un tel corps et, en vertu de la loi de Kirchhoff, le pouvoir absorbant du système qu'ils ont employé devrait avoir été inférieur à l'unité à un degré qu'il est impossible d'admettre.

Du reste, sans entrer dans les détails de ces expériences, nous pouvons faire ressortir l'insuffisance de la théorie de Jeans par un calcul bien simple. Prenons, par exemple, le cas d'une plaque polie en argent ayant la température de 15°, et comparons, pour la lumière jaune, le pouvoir émissif ε_1 de ce corps à celui (ε_2) d'un corps noir à la température de 1.200°. Sous l'incidence normale, l'argent poli réfléchit environ 90 °/₀ de la lumière incidente; son pouvoir absorbant est donc égal à $\frac{1}{10}$, et l'on aura $\varepsilon_1 = \frac{1}{10}\,\varepsilon_2$, si l'on désigne par ε_2 le pouvoir émissif d'un corps noir à 15°. D'un autre côté, la formule (16) exige que, pour une longueur d'onde déterminée, le pouvoir émissif $F(\lambda, T)$ soit proportionnel à la température absolue, d'où l'on déduit $\varepsilon_2 = \frac{288}{1.473}\,\varepsilon_3 = \frac{1}{5}\,\varepsilon_3$ et, par conséquent, $\varepsilon_1 = \frac{1}{50}\,\varepsilon_3$.

Or, à la température de 1.200°, un corps noir (dont le pouvoir émissif surpasse celui de tous les autres) brillerait d'un éclat bien vif, et une substance douée d'un pouvoir émissif cinquante fois plus petit devrait sans doute être visible dans l'obscurité. Il est donc bien certain que, si l'on excepte les ondes très longues, les corps émettent beaucoup moins de lumière, en proportion de leur pouvoir absorbant, que ne le demande la théorie de Jeans. Cela nous prouve, comme j'ai déjà fait remarquer, que la théorie qui se base sur les équations ordinaires de l'Électrodynamique et sur le théorème de l' « equipartition of energy », doit être profondément remaniée; on devra introduire l'hypothèse de particules rayonnantes, telles que les résonateurs de Planck, auxquelles, pour une raison ou une autre, les théorèmes de la Mécanique statistique ne sont pas applicables.

Il ne faut pas croire, cependant, qu'en adoptant cette manière de voir on puisse venir à bout de toutes les difficultés. Il est tout au moins très probable que, dans quelques corps, notamment dans les métaux, il y ait, outre les résonateurs, des électrons libres, et je ne vois aucune raison pour laquelle la théorie de Gibbs ne s'appliquerait pas à ces particules. On serait donc conduit à ce résultat paradoxal que l'état d'équilibre entre l'éther et la matière pondérable qui s'établit par l'intermédiaire des résonateurs ne serait pas identique à celui qui se produit par l'échange d'énergie, d'une part entre la matière et les électrons, et d'autre part entre ces derniers et l'éther, conséquence qui serait en contradiction avec les lois de la Thermodynamique, d'après lesquelles il ne peut y avoir qu'un seul état d'équilibre.

On pourra peut-être éviter cette contradiction en se représentant — je parle toujours des petites longueurs d'onde — l'échange d'énergie qui s'opère par l'intermédiaire des résonateurs comme beaucoup plus rapide que celui qui est dû aux électrons libres. Si la différence qui existe entre les deux modes d'action sous le rapport de leurs vitesses est très grande, on peut concevoir que, dans nos expériences, tout se passe comme si les électrons libres n'existaient pas, et que pourtant, pourvu qu'on leur laisse un temps suffisamment long, ces mêmes électrons finissent par faire sentir leur influence. Alors, en fin de compte, Jeans aurait raison, le système tendant vers l'état final dont nous avons parlé et dans lequel les résonateurs seraient sans influence, parce que leur énergie diminuerait de plus en plus; mais cela n'empêcherait pas qu'au point de vue expérimental on ne dût s'en tenir à la

théorie de Planck. Malgré la présence des électrons libres, qui, à la longue, dérangeraient l'équilibre provisoire qu'on observe, les actions qui amènent cet équilibre peuvent très bien être telles que leurs effets s'accordent avec la seconde loi de la Thermodynamique.

Il n'est guère nécessaire d'ajouter qu'on doit s'exprimer avec beaucoup de réserve sur ces questions délicates. Sans doute, la théorie se simplifierait considérablement s'il y avait quelque moyen d'échapper entièrement aux conséquences que M. Jeans a signalées.

H.-A. Lorentz.
Professeur de Physique à l'Université de Leyde.

L'EMBARQUEMENT DU CHARBON A LA MER

Le ravitaillement en charbon au cours des longs voyages est un problème des plus importants, surtout pour les navires de guerre. Si le navire est obligé de faire relâche dans un port, il est exposé à perdre un temps souvent précieux. En temps de guerre, cette ressource peut même lui faire défaut. Aussi a-t-on cherché depuis longtemps à approvisionner les navires en mer même, à l'aide de chalands ou charbonniers chargés de combustible et au moyen d'appareils permettant d'effectuer le transbordement sans arrêter la marche des vaisseaux.

L'une des solutions les plus pratiques de ce problème est due à l'ingénieur américain Spencer Miller, dont le câble transbordeur est construit par la Lidgerwood Manufacturing Company, à New-York.

Fig. 1. — *Ravitaillement en charbon d'un navire de guerre par un charbonnier au moyen du câble transbordeur.* — Entre les deux navires, on voit le câble sur lequel se meut le chariot portant les sacs accrochés; sur la gauche, câble auquel est attachée l'ancre flottante.

I

Le câble transbordeur marin comprend les parties suivantes (fig. 1 et 2) :

1° Un câble principal, qui forme la voie de halage par laquelle la charge est transportée entre

un navire remorqueur et un navire remorqué;

2° Un appareil de tension à l'une des extrémités du câble principal. Il maintient dans le câble une tension uniforme, suffisante pour conserver la charge hors de l'eau dans son trajet entre les deux navires. L'appareil de tension allonge et raccourcit constamment le câble quand les vaisseaux tanguent, ou lorsqu'une variation de la portée se produit pour une raison quelconque;

3° Un chariot voyageant sur le câble principal, d'un navire à l'autre, et pourvu d'un crochet de sûreté auquel la charge est suspendue:

4° Des cordages de traction (pour l'aller et le retour), attachés au chariot transbordeur et par lesquels il va et vient entre les navires;

5° Deux treuils sur le navire remorqueur et le navire remorqué, qui, par l'intermédiaire des cordages de traction, manœuvrent la charge;

6° Des dispositifs d'amenée et de contrôle pour

Fig. 2. — *Embarquement du charbon à la mer. Vue prise d'un cuirassé.*

prendre la charge sur l'un des navires et la déposer sur le pont de l'autre.

La disposition du câble transbordeur varie, en pratique, avec les dimensions du navire charbonnier.

Pour un navire de guerre et un petit charbonnier, la forme recommandée consiste en un câble principal, attaché en un point élevé du mât du navire remorqueur, franchissant l'espace entre les navires et passant sur des poulies placées en des points élevés des mâts du vaisseau remorqué, puis tombant à l'arrière dans l'eau et se terminant par une ancre flottante.

L'ancre flottante est l'appareil qui maintient la tension nécessaire dans le câble principal.

Le chariot transbordeur (fig. 3) roule sur une simple poulie sur le câble principal et il est pourvu d'un crochet de cabillot auquel les sacs de charbon, contenant jusqu'à une tonne et demie, sont suspendus. Le cordage de retour est attaché au chariot et s'étend sur des poulies conductrices jusqu'au tambour du treuil de retour. Le cordage d'aller est fixé au côté opposé du chariot et s'étend dans l'autre direction, autour de la poulie de queue, jusqu'au treuil d'aller.

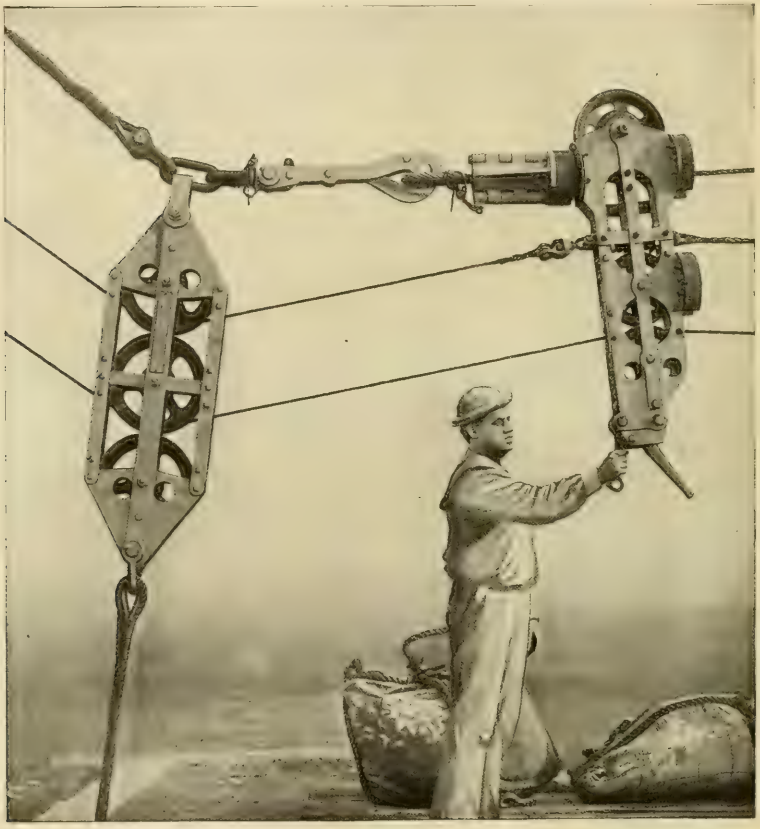


Fig. 3. — *Chariot portant les sacs de charbon. Manœuvre du crochet pour faire tomber les sacs.* — Le chariot porte à l'arrière un ressort à boudin pour amortir le choc à l'arrivée. A gauche, poulie d'amenée; en tirant sur cette poulie, on fait descendre le câble et en même temps le chariot jusqu'au niveau du pont du navire.

Les treuils de commande peuvent être placés tous deux sur l'un des deux navires, ou un sur chaque navire.

A l'extrémité du câble située sur le charbonnier, au-dessus de l'endroit de chargement sur le pont, une poulie d'amenée est placée sur le câble principal. La charge est accrochée après avoir abaissé le

câble principal jusqu'à ce que le chariot transbordeur arrive au-dessus du pont. L'élingue des sacs de charbon est passée sur le crochet, la poulie d'amenée est relâchée et la charge s'élève. Le treuil de commande transporte la charge jusqu'au navire de guerre, où le câble principal est de nouveau abaissé au moyen d'une poulie d'amenée située sur le pont; on fait tomber la charge en poussant un levier. La poulie d'amenée du navire de guerre est alors relâchée et le chariot retourne au charbonnier. Un tour complet peut être ainsi fait en moins d'une minute, près de 40 secondes.

Pour les gros charbonniers, il y a intérêt à substituer un appareil de tension du câble principal à l'ancre flottante. La seule différence qui en résulte est que le câble principal, après avoir franchi l'espace séparant les deux navires, passe sur une poulie conductrice à l'extrémité du mât du charbonnier et va s'enrouler sur le tambour de l'appareil de tension.

Il est nécessaire que toutes les lignes du câble transbordeur soient soumises à une tension appropriée. Pour le câble principal, c'est le rôle de l'ancre flottante ou de l'appareil de tension d'agir ainsi. Quant aux lignes de traversées, commandées par le treuil d'aller et retour, le cas est similaire. Ces treuils travaillent en sens inverse l'un de l'autre; toute variation de longueur de la ligne est obtenue en dévidant ou en enroulant le câble sur les tambours des deux treuils.

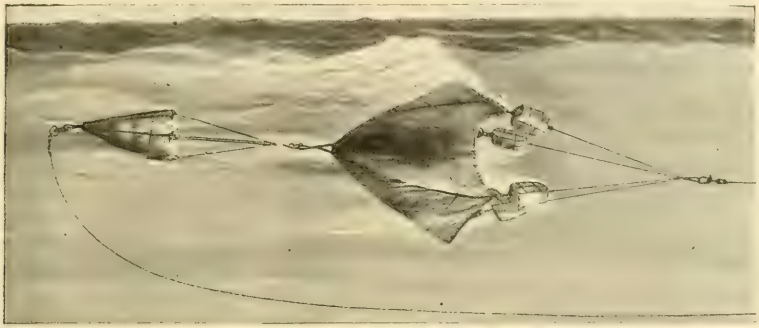


Fig. 4. — *Ancres flottantes coniques de trois pieds et de sept pieds arrangées en tandem.*

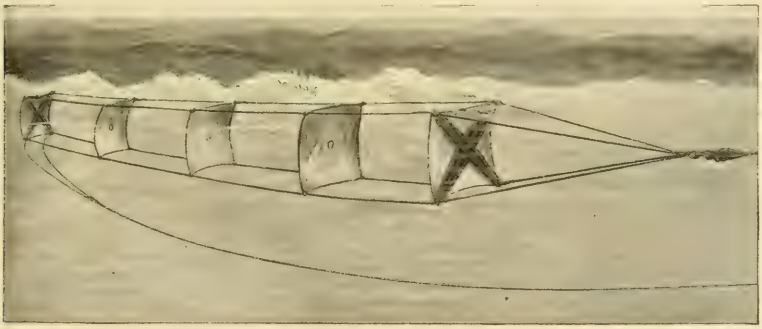


Fig. 5. — *Ancre flottante multiplane de quatre pieds.*

II

L'ancre flottante sert, comme nous l'avons dit, à maintenir une tension uniforme dans le câble transbordeur. Si l'on suppose une distance de 125 mètres entre le navire de guerre et un charbonnier moyen, il faut que l'ancre flottante maintienne approximativement les tensions suivantes : 6.000 kilogs pour des charges du chariot de une tonne, 8.500 kilogs pour des charges de une tonne et demie, 10.000 kilogs pour des charges de deux tonnes.

Il y a deux modèles d'ancre flottante : 1° l'ancre conique, formée d'un cône en toile, et souvent dis-

posée en tandem pour assurer une tension plus uniforme (fig. 4); 2° l'ancre multiplane, formée d'une série de toiles carrées, espacées d'environ deux fois le côté du carré et maintenues à leurs quatre angles par des cordes (fig. 5); elle pèse moins et assure une tension plus uniforme.

III

Le câble transbordeur Miller-Lidgerwood a fait l'objet de nombreuses expériences dans les marines américaine, anglaise, russe et italienne.

Le premier essai eut lieu en 1899; l'appareil fut installé sur le charbonnier *Marcellus* pour ravitailler le cuirassé américain *Massachusetts*. Les navires marchant à une vitesse de 6 nœuds, on transporta 22 tonnes de charbon par heure par une mer assez clapoteuse.

En 1902, des essais eurent lieu dans la Baltique entre le cuirassé russe *Retvizan* et le croiseur *Asia*, servant de charbonnier. Le charbon fut transporté à raison de 37 tonnes à l'heure avec la plus grande facilité.

La même année, l'appareil fut employé au ravitaillement du cuirassé anglais *Trafalgar*; la quantité moyenne transportée fut de 35 à 40 tonnes à l'heure, le navire marchant à une vitesse de 8 à 11 nœuds; on atteignit même 64 tonnes à l'heure pendant une demi-heure.

Enfin, en 1906, un appareil perfectionné installé à bord du charbonnier *Sterope* a permis de ravitailler le croiseur italien *Liguria* à raison de 60 tonnes par heure, avec un maximum de 80 tonnes, les deux navires marchant à la vitesse de 12 nœuds.

Ces résultats très remarquables et maintenant éprouvés montrent que le problème de l'embarquement du charbon à la mer peut être aujourd'hui considéré comme résolu.

James P. Cunningham.

REVUE DE MÉCANIQUE APPLIQUÉE

A deux reprises déjà, en 1903 et 1905, j'ai entrepris de signaler sommairement aux lecteurs de la *Revue* quelques-uns des faits nouveaux survenus dans le domaine de la Mécanique appliquée. Je continue aujourd'hui, en conservant à peu près les mêmes divisions générales :

I. — Production de la vapeur.

§ 1. — Chaudière à lames d'eau.

La chaudière à lames d'eau verticales de M. Charles Bourdon présente une disposition assez spéciale. Chaque lame d'eau est comprise entre deux tôles ondulées, à génératrices horizontales, et forme ainsi une série de renflements et d'étranglements. Ces tôles sont entretoisées dans les parties étranglées. Les tôles de deux lames d'eau consécutives se touchent par leurs renflements. On peut regarder une pareille lame d'eau comme représentant une suite verticale de tubes, réunis au moyen de fentes longitudinales. Le constructeur a voulu améliorer ainsi la circulation de l'eau des chaudières à tubes d'eau, tout en conservant les avantages de ce genre d'appareils. La circulation des gaz chauds s'effectue de la même manière que dans les chaudières tubulaires à retour de flamme.

Des expériences ont été faites avec une chaudière dont les lames mesuraient 120 millimètres de largeur, hors tôles, aux renflements. Le tirage était faible. En brûlant par mètre carré de grille et par heure 80 kilogs de charbon à 8 °/₀ de cendres et en alimentant à l'eau froide, on a obtenu 8 à 9,20 kilogs de vapeur sèche à la pression de 10 kilogs.

§ 2. — Surchauffeurs.

La question de l'emploi des surchauffeurs demeure à l'ordre du jour : elle a donné lieu à d'intéressantes discussions pendant le Congrès de Mécanique appliquée tenu à Liége en 1905. L'addition d'un surchauffeur présente l'incontestable avantage de dessécher la vapeur et d'atténuer, par suite, les condensations nuisibles qui se produisent sur les parois des cylindres; la consommation de vapeur par cheval-heure se trouve ainsi diminuée. Mais, comme la production d'un kilogramme de vapeur surchauffée exige plus de chaleur que celle d'un kilogramme de vapeur saturée à la même pression, il reste à savoir si le travail correspondant à la dépense d'une calorie se trouve réellement augmenté. L'expérience permet de répondre affirmativement; toutefois, l'incertitude où l'on est sur la chaleur spécifique de la vapeur surchauffée ne permet pas de chiffrer exactement la valeur de cette économie. Il faut, d'ailleurs, remarquer que l'addition du surchauffeur a, en général, pour effet d'accroître le coût en charbon d'une calorie : on doit donc craindre que, malgré l'économie de vapeur et de calories, la dépense de combustible, seule intéressante pour l'industriel, ne se trouve finalement augmentée. C'est, en effet, ce qui arrive

avec les surchauffeurs établis dans de mauvaises conditions. Il faut éviter que les gaz n'arrivent trop chauds à la cheminée, et, pour cela, établir une circulation méthodique : c'est-à-dire faire marcher les gaz, à l'intérieur du surchauffeur, en sens inverse du courant de vapeur. Il faut, en outre, que les tuyaux amenant la vapeur de la chaudière à la machine soient aussi courts et aussi bien isolés que possible.

La surchauffe est souvent utile pour améliorer d'anciennes machines ayant un rendement défectueux. Son emploi est également intéressant dans le cas des locomotives, pour lesquelles la fréquence des démarrages et diverses causes de refroidissement exagèrent l'action des parois. L'économie d'eau est d'ailleurs importante, par elle-même, pour le service des locomotives. Après de nombreux essais, le réseau de l'État Belge a définitivement adopté la surchauffe, qui commence également à apparaître sur les locomotives françaises. Elle se répand depuis quatre ou cinq ans sur les chemins de fer d'Amérique. On a constaté, dans ce dernier pays, que les machines à surchauffeurs peuvent réaliser un rendement global égal ou supérieur à celui des machines compound, mais que le graissage doit être assuré avec un soin particulier. Quelques ingénieurs américains pensent que la surchauffe permet de réduire sensiblement le timbre de la chaudière, sans diminuer la puissance, et d'obtenir ainsi, sur les frais d'entretien de la chaudière, une économie compensant, et au delà, ceux d'entretien du surchauffeur.

Les applications de la surchauffe aux machines marines ne se sont guère développées jusqu'ici, malgré les bons résultats obtenus en Angleterre, dès 1900, par la maison Wilson, de Hill. En 1906, la Compagnie Transatlantique a fait construire deux cargos identiques, la *Garonne* et la *Rance*, dont le second était pourvu de surchauffeurs Bielock et d'une distribution à soupapes. On a trouvé, comme moyenne d'une année, une économie de 18 % avec le surchauffeur. Encouragée par ce résultat, la même Compagnie a installé des surchauffeurs semblables sur le paquebot *Pérou* et le cargo *Honduras*.

Parmi les nombreux types de surchauffeurs essayés ou proposés dans ces dernières années, nous signalerons celui de Maiche, dont le faisceau tubulaire présente cette particularité d'avoir chacun de ses tubes rempli par un faisceau de tubes beaucoup plus petits, serrés aussi énergiquement que possible les uns contre les autres et entièrement plongés dans le courant de vapeur. On remédie ainsi à deux inconvénients pratiques des surchauffeurs tubulaires, savoir la destruction rapide de la surface de chauffe et l'irrégularité de température de la vapeur. Ces inconvénients proviennent de la mauvaise conductibilité de la vapeur; ils sont ici évités grâce à la bonne conductibilité du métal. En outre, l'importance de la masse métallique permet à celle-ci de jouer le rôle d'un volant de chaleur.

§ 3. — Chaudières à haute pression.

Au Congrès de Liége, M. François a proposé d'élever beaucoup la température, et par suite la pression, de la vapeur non surchauffée. L'avantage n'est pas discutable au point de vue du rendement théorique des machines à vapeur : c'est une conséquence directe de la formule de Carnot. Mais M. Jouguet, reprenant à cette occasion les considérations qu'il avait déjà développées en 1904 (voir la précédente Revue), a fait remarquer que la question devait être examinée aussi au point de vue du chauffage dans la chaudière. Si la température de la chaudière est très élevée, la perte de chaleur par les fumées devient énorme. Il doit donc y avoir, pour la température de la chaudière, une valeur qui donne le maximum d'utilisation du combustible. M. Jouguet est conduit à fixer cette limite aux environs de 500°. On est encore loin de là; malheureusement, il est difficile de construire des chaudières résistant bien aux hautes pressions, inséparables, pour la vapeur d'eau saturée, des hautes températures.

II. — Appareils a vapeur.

§ 1. — Généralités.

L'inconvénient des hautes pressions ne se manifeste pas seulement dans la chaudière; elles entraînent, dans les cylindres moteurs, des oscillations de température qui exagèrent l'action nuisible des parois. On atténue cette action en détendant la vapeur dans plusieurs cylindres successifs, et aussi en ayant recours à l'enveloppe de vapeur. L'Exposition de Liége présentait même plusieurs exemples de machines dont le piston était, en même temps que les parois du cylindre, réchauffé par un courant de vapeur.

On doit à M. Gouy un important théorème concernant le maximum du travail que peut fournir un moteur thermique : ce maximum est égal, pour chaque phase du cycle, à la variation de la fonction $G = U - TS + \Omega$, dans laquelle U désigne l'énergie interne du fluide, T la température de la source de chaleur (supposée unique), S l'entropie, et Ω le potentiel des forces extérieures (telles que la pesanteur et la pression atmosphérique) autres que les résistances utiles. M. Jouguet a fait diverses applications de ce théorème, notamment aux moteurs à vapeur. Il appelle *énergie utilisable* la

variation de la fonction G et cherche, pour chaque phase, la valeur de cette énergie : il parvient ainsi à déceler l'influence de toutes les causes de pertes. Il trouve, par exemple, que, dans un essai effectué en 1898 au Laboratoire de Liége, les pertes, estimées en kilogrammètres, se répartissaient de la façon suivante :

Admission : 849; détente : — 211; échappement : 435; compression : 3. Total : 1.076.

Cette perte totale de 1.076 kilogrammètres pouvait encore être décomposée de la façon suivante :

Espace libre : 82; laminage à l'admission : 22; action des parois : 536; détente tronquée : 415; laminage à l'échappement : 21.

Enfin, les 536 kilogrammètres perdus par l'action des parois se répartissaient ainsi : admission : 745 ; détente : — 211 ; échappement : — 1 ; compression : 3. On peut dire encore que, sur ces 536 kilogrammètres, 47 seulement étaient perdus par le fait du rayonnement à travers les parois : la plus forte partie de la perte était due à la différence des températures auxquelles étaient faites, par les parois, la soustraction et la reddition de chaleur à la vapeur.

M. Weighton a exécuté à Newcastle des expériences ayant pour but d'étudier l'influence de la vitesse du piston sur l'économie d'une machine à vapeur, et est parvenu aux conclusions suivantes : Dans les machines dont on fait varier la puissance en changeant la vitesse du piston, cette vitesse atteint une limite, correspondant à la puissance maxima de la machine, au delà de laquelle la puissance diminue. Il existe de même une vitesse correspondant à la dépense minima de vapeur par cheval indiqué. Les deux machines essayées étaient l'une à quadruple, l'autre à triple expansion. Les pistons avaient tous 457 millimètres de course et la pression d'admission était de 9 kilogs 8. La vitesse correspondant à la dépense minima de vapeur a été de $2^{m},25$ par seconde pour la première machine et de $2^{m},37$ pour la deuxième.

§ 2. — Turbines.

Je me suis étendu, dans la Revue de 1903, sur les turbines à vapeur. Je n'ajouterai ici qu'un mot concernant les *turbines à basse pression* de M. Rateau. Ces turbines sont interposées entre les machines d'une usine et le condenseur central; elles sont donc alimentées par la vapeur d'échappement des machines.

Dans les machines à pistoa, la détente ne peut être poussée très loin sans faire naître des frottements qui absorbent le supplément de travail fourni par la détente. Le même inconvénient n'existe pas avec les turbines : celles-ci s'accommodent très bien des basses pressions, et éprouvent même, avec ces basses pressions, moins de frottement qu'avec les pressions élevées, parce que, dans le cas des turbines, il s'agit surtout du frottement du fluide contre les parois. Pour que les turbines à basse pression marchent bien, il faut leur fournir un flux de vapeur régulier. On y parvient en ayant recours à un *accumulateur de vapeur :* réservoir disposé de façon à avoir une grande capacité calorifique. Suivant que la vapeur arrive des machines de l'usine en quantité supérieure ou inférieure à la consommation des turbines, elle se condense en réchauffant l'accumulateur ou, au contraire, se revaporise en le refroidissant.

Dans ses *Réflexions sur la marine*, M. Croneau a exposé, en 1906, aux lecteurs de la *R vue*, l'état actuel de l'application des turbines à vapeur aux bâtiments de guerre et de commerce. Ainsi qu'il l'a indiqué, il y avait deux grosses difficultés à vaincre : d'une part, la nécessité de pouvoir faire marche arrière ; d'autre part, celle d'obtenir une assez faible dépense de combustible aux allures modérées. La marche arrière s'obtient généralement à l'aide de turbines spéciales. La seconde difficulté était plus grave, car on sait que les turbines doivent, pour fournir de bons rendements, tourner avec de grandes vitesses angulaires. Cette difficulté est surtout générale dans le cas des navires de guerre, notamment des cuirassés, qui, tout en étant susceptibles d'une marche rapide, doivent, en temps de paix, aller à petite vitesse en vue de réduire la dépense. La solution adoptée par Parsons est basée sur l'emploi de cinq turbines A, B, C, D, E. A grande vitesse, les turbines D et E, dites turbines de croisière, demeurent inactives. La vapeur arrive à A et, de là, après une première baisse de pression, est envoyée à B et C, puis au condenseur. A marche lente, les turbines de croisière sont intercalées en cascade entre la chaudière et la turbine A. On augmente ainsi le nombre des chutes de pression, ce qui permet de réaliser une vitesse angulaire assez faible sans trop compromettre le rendement. M. Rateau préfère associer aux turbines principales une machine à piston, ce qui donne du même coup la solution du problème de la marche arrière. M. Mayor propose de remplacer les grandes turbines actuelles par une seule turbine à grande vitesse, de rendement maximum, commandant une dynamo qui actionnerait, à des vitesses variables, d'autres dynamos montées sur les arbres des hélices. On obtiendrait la marche arrière en renversant le sens de la rotation de ces dernières dynamos. Il reste à savoir si la perte due à la transmission électrique serait suffisamment compensée par le meilleur rendement de la turbine unique.

III. — Moteurs a explosion.

§ 1. — Moteurs légers.

Les progrès de la navigation aérienne sont intimement liés à la création de moteurs légers, et il semble bien que le dernier mot ne soit pas encore dit à cet égard. M. Ader était parvenu, il y a une dizaine d'années, à construire un moteur à vapeur à quatre cylindres, à double expansion, pesant au total 3 kilogs par cheval. Aujourd'hui, le moteur à vapeur est détrôné, pour cette application spéciale, par le moteur à explosion. Celui-ci nécessite le refroidissement artificiel des parois des cylindres. Le refroidissement par l'eau présente divers inconvénients : il nécessite l'emploi d'un réservoir d'eau, d'une pompe, d'une tuyauterie, qui alourdissent nécessairement l'appareil. Le refroidissement par l'air serait évidemment préférable en pareil cas; mais la mauvaise conductibilité de ce fluide en rend l'emploi assez difficile, surtout pour les moteurs de grande puissance. Le système Adams consiste à faire tourner les cylindres autour de l'arbre vilebrequin, qui reste fixe : les cylindres s'éventent ainsi eux-mêmes. Dans le système Grayer-Millet, l'air, projeté par un ventilateur, est soufflé par des ailettes portées par les parois extérieures des cylindres. M. Ambroise Farcot entoure le moteur d'une enveloppe percée de fenêtres qui sont disposées en face des organes à refroidir; un ventilateur appelle l'air à travers ces fenêtres.

Les moteurs légers de M. Farcot présentent d'autres particularités intéressantes. Prenons, par exemple, le moteur de 100 chevaux récemment construit par cet ingénieur. Il possède 8 cylindres, dont les axes ont des directions parallèles aux rayons d'un octogone régulier; ces axes sont répartis en deux groupes, placés dans deux plans parallèles. Les 4 cylindres d'un même groupe agissent, par l'intermédiaire de bielles évidées, sur un même bouton de manivelle. Les prolongements de leurs axes ne passent pas exactement par le centre de rotation de la manivelle, disposition qui a pour but de diminuer l'influence de l'obliquité des bielles dans les phases de travail. Pour chaque cylindre, une soupape unique, aussi éloignée que possible du corps du cylindre et commandée par une came, produit alternativement l'aspiration et l'échappement. Ce résultat est obtenu en faisant fonctionner la soupape à peu près à la manière d'un tiroir. Un pareil moteur pèse, en ordre de marche, moins d'un kilog par cheval.

Le moteur Esnault-Pelterie est également à refroidissement par l'air. Il comporte 7 cylindres à ailettes, divisés en un groupe de 4 et un de 3. Chaque groupe agit sur une seule manivelle. L'inventeur a choisi un nombre impair de cylindres, en vue de répartir les temps moteurs d'une façon plus uniforme. Chaque cylindre est muni d'une soupape unique, à double levée, qui produit successivement l'aspiration et l'échappement.

Signalons encore les expériences de M. Jaubert, qui, en injectant, en cours de marche, dans un moteur à pétrole refroidi par l'eau, de l'oxygène obtenu par l'action de l'eau sur le tétra-oxyde de potassium, a pu réaliser momentanément une augmentation dans la puissance de 70 %.

Un autre moyen de diminuer, pour une puissance donnée, le poids d'un moteur, consiste à demander au piston la plus grande somme possible de travail, en remplaçant le cycle usuel à quatre temps par le cycle à deux temps. La difficulté est alors d'obtenir, d'une façon convenable, le balayage du cylindre et la compression du mélange. Il serait également tout indiqué d'avoir recours au double effet, c'est-à-dire de faire travailler le piston sur ses deux faces; mais alors on est exposé aux fuites à travers le presse-étoupe. J'ai déjà signalé, en 1903, le moteur Körting, qui est à la fois à deux temps et à double effet; j'ai parlé aussi du moteur Letombe, à double effet.

Les recherches se poursuivent dans cet ordre d'idées, comme l'indiquent de nombreuses prises de brevets.

§ 2. — Turbines à gaz.

La question des turbines à gaz est moins avancée que celle des moteurs à cylindre. Des essais ont été entrepris à ce sujet par MM. Armengaud et Lemale. Le principe de l'appareil est fort simple. Le mélange explosif arrive dans un réservoir fixe, où il s'enflamme; puis une tuyère projette les gaz brûlés sur les aubes de la turbine. Dans un premier modèle, la combustion a lieu sans compression préalable, et elle se produit par explosions successives de la manière suivante : une soupape à ressort donne accès au mélange, qui détone au contact d'un brûleur, et l'élévation de pression a pour effet de fermer la soupape. Les gaz s'échappent alors en partie, et en même temps le réservoir se refroidit. De là, une baisse de pression, qui permet à la soupape de se rouvrir, et ainsi de suite. Pratiquement, le fonctionnement est fort irrégulier; en outre, l'absence de compression rend ce moteur peu économique. On sait, en effet, que la compression élève le rendement[1]. Il faut donc introduire dans le réservoir un mélange préalablement comprimé;

[1] J'ai établi récemment, par un calcul assez simple et très général, cette propriété de la compression; j'ai fait voir, en outre, que, théoriquement, la compression ne doit pas être poussée au delà d'une certaine limite, mais que cette limite est bien trop élevée pour intéresser la pratique.

mais cela nécessite l'adjonction d'un compresseur. Si l'on se sert d'une pompe, l'appareil perd la simplicité qui constitue son principal avantage. Si l'on fait usage d'un compresseur rotatif, la compression est effectuée d'une façon peu économique. A cet égard, l'emploi du pétrole est plus avantageux que celui du gaz, parce qu'avec le pétrole le travail de compression s'applique uniquement à l'air comburant. D'autres difficultés naissent de la haute température à laquelle se trouvent portés le réservoir et les aubes. La détente peut être poussée très loin : c'est un avantage dont M. Jouguet, dans son compte rendu sur « la Mécanique au Congrès de Liége » (*Bulletin de la Société de l'Industrie minérale*), a discuté avec soin la portée. Il fait remarquer que l'emploi d'une turbine ne serait justifié que pour des détentes très fortement prolongées, faisant baisser la pression au-dessous de la pression atmosphérique : cela exigerait qu'on eût, pour l'échappement du moteur à gaz, l'équivalent du condenseur des machines à vapeur. Mais la difficulté peut être tournée en se contentant d'une détente moindre et utilisant la chaleur des gaz pour produire de la vapeur d'eau à basse pression, au moyen de laquelle on actionne une turbine.

MM. Armengaud et Lemale ont recours à ce procédé, et, pour simplifier, ils utilisent la vapeur dans la turbine à gaz elle-même. Les aubes sont alors soumises alternativement à un jet de gaz très chaud et à un jet de vapeur relativement froid; elles prennent, par suite, une température moyenne qui est favorable à leur concentration.

M. Esnault-Pelterie a, de son côté, fait breveter une turbine dans laquelle le mélange employé est envoyé par deux ventilateurs aux extrémités d'un réservoir cylindrique. A chaque extrémité se produisent des alternances rapides d'explosion, au contact d'un brûleur, et de dépression. L'explosion ferme une soupape qui sépare momentanément le réservoir du ventilateur; la dépression rouvre cette soupape.

Au milieu du réservoir est placé l'ajutage envoyant le courant brûlé sur les aubes de la turbine proprement dite. Un piston, qui se meut librement dans le réservoir, et forme tiroir devant l'orifice d'insertion de l'ajutage, ne laisse parvenir à celui-ci que le mélange gazeux provenant de celle des parties du réservoir dans laquelle règne la plus haute pression.

La turbine Ferranti emploie, pour produire la circulation, une pompe centrifuge multicellulaire qui aspire les gaz brûlés et les refoule dans l'atmosphère. La combustion est facilitée par la présence d'un régénérateur, dans lequel circule l'air destiné à cette combustion et qui est échauffé par les gaz venant de la turbine.

D'autres turbines à gaz ont été imaginées par MM. Deutz, Holzwaath, Schmick, etc.

§ 3. — Allumage.

La vitesse d'allumage du mélange présente une importance capitale pour le fonctionnement du moteur à explosion. Les expériences classiques de Berthelot, Vieille, Mallard et Le Chatelier ont été effectuées dans des tubes très longs par rapport à leur section, et les résultats obtenus ne peuvent, dès lors, être appliqués au cas qui nous occupe. Clerk et Körting ont fait, il y a une vingtaine d'années, des essais dans des cylindres semblables à ceux des moteurs. L'ingénieur allemand Nägel a entrepris récemment de nouvelles expériences dans une chambre d'explosion sphérique, avec allumage central : ce dispositif présente l'avantage de donner une propagation parfaitement régulière en tous sens, et de retarder le plus possible la rencontre de l'onde explosive avec les parois. Il résulte de ces expériences que, dans le cas d'un mélange d'hydrogène et d'air, la vitesse d'inflammation dépend avant tout de la proportion d'hydrogène. Pour un mélange donné, l'influence de la pression initiale est négligeable tant que la teneur en hydrogène est inférieure à 10 %. Avec des teneurs plus élevées, la vitesse croît en même temps que la pression et d'autant plus que la proportion d'hydrogène est plus forte. Le gaz d'éclairage ou de gazogène donne des résultats moins réguliers, ce qui tient sans doute à la difficulté d'obtenir une homogénéité complète. A basse teneur, pour un pareil gaz, la vitesse d'inflammation diminue sensiblement lorsqu'on fait croître la pression initiale. Quand celle-ci est assez élevée, la diminution de vitesse peut aller jusqu'à empêcher la propagation de l'inflammation. De 15° à 75°, l'élévation de température, pour des teneurs en gaz moyennes, comme celles qu'on rencontre dans le moteur à gaz, n'a pas grande influence sur la vitesse d'inflammation. Au contraire, dans le cas des basses teneurs, la même élévation de température entraîne une notable augmentation de la vitesse d'inflammation.

En vue d'éviter les ratés d'allumage, un savant anglais, M. Lodge, a imaginé, sous le nom d'*allumeur*, un dispositif remarquable, qui rappelle un peu l'excitateur de Hertz. Voici le principe de l'appareil : Le circuit secondaire d'une bobine d'induction est interrompu en un point, à la façon ordinaire. De part et d'autre de cette interruption du circuit sont branchés, en dérivation, deux fils aboutissant à deux plateaux P. En regard de ceux-ci sont placés deux autres plateaux P′, formant avec les premiers un couple de condensateurs. Les plateaux P′ sont réunis : d'une part, au moyen d'un conducteur présentant une assez

grande résistance; d'autre part, au moyen d'un circuit, qu'on peut appeler le *circuit tertiaire*, interrompu au point où l'on veut faire jaillir l'étincelle. Si l'on fait croître la différence de potentiel aux bornes du circuit secondaire, les plateaux P chargent par influence les plateaux P'. Les électricités repoussées de celui-ci se neutralisent à travers le conducteur. Au moment où une étincelle jaillit dans l'interruption du circuit secondaire, ce circuit se décharge et le condensateur tend à revenir à l'état neutre. Mais on observe qu'à ce moment, si la résistance du conducteur est suffisante, les électricités contraires des plateaux P', au lieu de suivre la voie offerte par ce conducteur, se recombinent par le circuit tertiaire, en produisant, au passage de l'interruption existant dans le circuit, l'étincelle à forte tension dont on a besoin. La décharge est oscillante, et de très haute fréquence. Grâce à son caractère en quelque sorte explosif, l'étincelle est capable d'allumer des mélanges extrêmement pauvres et de franchir des obstacles, comme l'eau ou l'huile, qui arrêtent les étincelles ordinaires; l'étincelle secondaire, qui jaillit en dehors du cylindre, sert de témoin : tant qu'elle apparaît, on peut être assuré de l'existence de l'étincelle tertiaire.

L'explosion survenue le 22 mai 1908 dans la raffinerie Say, à Paris, explosion qui a occasionné une mort, de nombreuses blessures et de graves dégâts matériels, est due, suivant toute probabilité, à la brusque inflammation des poussières de sucre mises en suspension dans l'atmosphère : l'accident doit donc être rapproché de ceux qui sont imputables, dans les mines, à l'inflammation des poussières de houille; il rappelle également les explosions survenues à diverses reprises dans les moulins ou même dans les simples boulangeries, par suite de la combustion vive de nuages de farine.

Si je parle ici de cet accident, c'est parce qu'il se rattache assez directement à la question des moteurs à explosion. Au commencement du XIXe siècle, Niepce, le futur inventeur de la photographie, avait imaginé une machine appelée par lui *pyréolophore*, dans laquelle la force motrice était produite par l'explosion de poussière de lycopode. C'est là, sans doute, le premier embryon de la moderne machine à gaz ou à pétrole. Et, de nos jours, ainsi que je l'ai indiqué dans la Revue de 1903, M. Diesel a signalé la possibilité que donne son moteur, grâce à la forte compression préalable à laquelle est soumis l'air comburant, de remplacer l'inflammation du pétrole par celle de poussière de charbon. Il est vrai que, dans le moteur Diesel, on cherche à obtenir une combustion rapide plutôt qu'une explosion proprement dite.

IV. — Dynamique appliquée.

§ 1. — Dynamique de l'aéroplane.

L'aviation est à l'ordre du jour, et ses progrès se succèdent avec une rapidité déconcertante. Mais ils résultent, on doit le reconnaître, des patients tâtonnements et de la hardiesse des aviateurs beaucoup plus que de l'application de théories scientifiques.

Il y a trois ans seulement, M. Vallier concluait une suite de savantes études sur la dynamique de l'aéroplane en disant que le navire aérien ne semblait pas pouvoir être réalisé sous forme d'aéroplane simple, et qu'il faudrait avoir recours à un dispositif mixte, la sustentation étant assurée par un mécanisme d'hélicoptère. On sait que l'expérience n'a pas confirmé cette prévision pessimiste. M. Marcel Deprez pense, au contraire, que, dans un avenir peu éloigné, les aéroplanes permettront de remorquer, sans dépenses excessives, de lourdes charges à de très grandes vitesses. Il a, en attendant, réalisé, dans son laboratoire du Conservatoire des Arts et Métiers, le planement stationnaire d'un aéroplane sans moteur, placé dans un courant d'air incliné sur l'horizontale. M. Esclangon a fait voir à ce propos que le planement est théoriquement possible, même avec un vent horizontal, pourvu que celui-ci présente des variations de vitesse et qu'elles soient convenablement utilisées par le planeur. Citons encore les travaux du Commandant Renard sur le virage, de M. Soreau sur le poids utile d'un aéroplane, de M. Armengaud sur le problème de l'aviation, etc.

MM. Bryan et Williams se sont proposé d'étudier la stabilité longitudinale de l'aéroplane, c'est-à-dire d'analyser les mouvements de tangage, en supposant le roulis nul. D'après leurs calculs, la stabilité exige, pour un appareil donné, que la vitesse dépasse une limite déterminée, et elle augmente, en général, quand on fait diminuer le moment d'inertie. Le capitaine Ferber ne s'est pas contenté de construire et d'expérimenter un aéroplane; il a essayé de jeter les bases générales de la dynamique de l'aviation. Supposant l'aéroplane pourvu d'un plan de symétrie, il écrit les trois équations du mouvement du centre de gravité, les trois équations de la rotation autour de ce centre et les trois équations connues qui lient les angles d'Euler aux composantes de la rotation. Cela fait un ensemble de neuf équations, impossibles à intégrer d'une manière générale. Mais l'auteur remarque que, dans le cas d'un aéroplane dont le moteur ne fonctionne pas, le mouvement tend rapidement à devenir rectiligne pourvu que la stabilité soit suffisante, et il parvient à déterminer

cette trajectoire finale. Comparant alors ses formules aux résultats de ses propres expériences, il obtient les conséquences que voici : Le coefficient de la résistance de l'air s'élève à 0,7, tandis qu'on admet ordinairement la valeur huit fois moindre 0,085. L'angle d'attaque est constant et indépendant de la vitesse. Si, par la répartition des poids ou la manœuvre du gouvernail de profondeur, on est arrivé à obtenir la descente rectiligne qui donne le plus long trajet, l'angle d'attaque est la moitié de l'angle d'inclinaison de la descente.

Avec l'aéroplane actionné par un moteur, l'angle d'attaque qui convient pour que la résistance à l'avancement soit minima est le même que celui qui donne la pente minima quand le moteur est arrêté. L'effort nécessaire pour maintenir un aéroplane à une hauteur constante est égal à son poids multiplié par la pente qu'il suit quand le moteur ne marche pas.

La recherche des conditions de stabilité est effectuée par le capitaine Ferber en négligeant les variations d'action du vent dues à la rotation du système considéré. Nous ne le suivrons pas dans ses calculs, et nous nous bornerons à signaler les résultats suivants : Un aéroplane stable, sans moteur, parcourt, comme il a été dit, une droite descendante avec une vitesse uniforme. Si sa vitesse vient à diminuer, il fait une abatée pour la retrouver et s'établit sur une droite parallèle à la première, mais située plus bas qu'elle. Si, au contraire, sa vitesse vient à augmenter, il se cabre pour la diminuer et s'établir sur une droite parallèle à la première, mais située plus haut qu'elle.

§ 2. — Hélice aérienne.

En ce qui concerne l'hélice propulsive, le capitaine Ferber montre nettement le rôle du *recul*. On entend par recul absolu la différence entre la vitesse d'avancement V que prendrait l'hélice, en vertu de sa rotation, si elle était emprisonnée dans un écrou solide, et la vitesse réelle du système. Le recul relatif est le quotient du recul absolu par la vitesse V. La poussée F de l'hélice et le travail T nécessaire pour obtenir sa rotation sont des fonctions linéaires du recul relatif. En outre, si l'on désigne par n le nombre de tours par seconde et par d le diamètre, F est proportionnel à n^2d^4, et T à n^3d^5 : c'est ce qu'avait déjà démontré le colonel Renard pour les hélices tournant sans translation.

La question des hélices a été étudiée à un autre point de vue par M. Drzewiecki, qui, dès 1889, dans sa brochure intitulée : « Les oiseaux considérés comme des aéroplanes animés », prophétisait le triomphe actuel de l'aviation[1]. Cet ingénieur a le mérite d'avoir le premier mis en évidence l'influence de l'angle d'attaque.

Un élément plan qui se meut dans un fluide résistant avec une vitesse uniforme, formant un angle d'incidence invariable avec la direction de cette vitesse, éprouve, de la part du fluide supposé immobile, une résistance constante, qui peut être décomposée en une *poussée utile*, normale à la vitesse de translation, et une *résistance nuisible*, de direction opposée à cette vitesse. Le rapport μ de la résistance nuisible à la poussée est indépendant de la vitesse : il dépend uniquement de l'angle d'incidence et présente un minimum pour une certaine valeur de cet angle. Partant de là, M. Drzewiecki détermine l'hélice propulsive par la condition que tous les éléments rencontrent le fluide sous l'angle d'incidence optimum. Le rendement de chaque élément ainsi disposé, c'est-à-dire le rapport entre le travail de la composante parallèle à l'axe et le travail dépensé, dépend de la distance à l'axe de rotation. Il est négatif pour les éléments très voisins de l'axe, nul pour une certaine distance ; puis, quand la distance continue à augmenter, il passe par un maximum, après lequel il décroît indéfiniment. Dans l'air, l'angle d'incidence optimum a pour valeur 1°50′ et correspond à une valeur de μ égale à 0,044. Pour cette valeur de μ, le rendement maximum est 0,9158. On conclut de là que la partie de la palette qui avoisine l'axe de rotation donne un rendement très défectueux. M. Drzewiecki conseille de ne faire commencer la surface de la palette d'une hélice aérienne qu'à une distance de l'axe égale au quart du rayon extrême, et de ne pas dépasser pour celui-ci une valeur telle que la vitesse linéaire de rotation soit double de la vitesse de progression. La moyenne des rendements des diverses parties de la palette est ainsi 0,90. Dans l'eau, l'angle d'attaque optimum s'élève à 3° environ, et le rendement maximum tombe à 0,85.

Les conditions précédentes ne déterminent pas complètement la palette de l'hélice ; les dimensions doivent être choisies de telle façon que le travail utile ait la valeur requise. M. Drzewiecki fait remarquer à cet égard que, d'après une observation bien connue, une surface plane rectangulaire qui se meut dans un fluide sous une incidence donnée fournit une plus grande poussée utile si la vitesse est perpendiculaire à la plus grande dimension que si elle est perpendiculaire à la plus petite. Il ne faut donc donner à la palette qu'une largeur assez faible. Si l'on ne peut, dans ces conditions, obtenir le travail nécessaire, on est

[1] La *Revue* a publié, en 1891, un article de M. Drzewiecki sur « l'aviation de demain », où se trouvent exposées les mêmes idées.

conduit à augmenter soit le nombre des propulseurs, soit celui des palettes.

Il importe de remarquer que tous les calculs de ce genre reposent sur l'hypothèse, fort discutable, d'après laquelle chaque élément d'une surface courbe éprouverait, de la part de l'air, la même résistance qu'en se mouvant isolément. La théorie ne suffit donc pas pour élucider sûrement la question du fonctionnement d'une hélice aérienne : le concours de l'expérience est indispensable. Le colonel Renard avait construit, à cet effet, une *balance* permettant de mesurer la poussée produite par une hélice tournante, sans avancer, à une vitesse déterminée. Le capitaine Ferber se sert d'un chassis muni de quatre roues et portant un moteur qui actionne l'hélice. La traction de celle-ci est mesurée par un peson. On enregistre en même temps le nombre de tours, ainsi que la vitesse d'avancement. Le moteur ayant été étudié préalablement, on connaît sa puissance en fonction du nombre de tours : on a donc à sa disposition tout ce qui est nécessaire pour l'étude de la force propulsive et du travail dans les conditions les plus variées. En Italie, le lieutenant Crocco emploie un cadre oscillant (suspendu à la cardan), au centre duquel se place l'hélice à essayer. Celle-ci est actionnée par un moteur électrique. Des bras de rappel, disposés parallèlement et perpendiculairement au plan du cadre, permettent de s'opposer, par le déplacement de contrepoids appropriés, à la poussée et au déversement dus à la rotation de l'hélice. Des manomètres différentiels servent à explorer les masses d'air déplacées pendant le fonctionnement. La vitesse de l'air en chaque point s'obtient par un dispositif analogue à celui du *tube de Pitot*, bien connu des hydrauliciens.

L'hélice aérienne est susceptible d'applications indépendantes de l'aviation. M. Archdeacon l'a utilisée pour faire marcher une bicyclette : solution qui a, entre autres avantages, celui de réduire l'usure des routes et des bandages, par suite de la suppression de l'action tangentielle éprouvée par ces derniers quand ils servent de points d'appui pour l'effort de traction. Elle peut également être employée pour la remorque des *hydroplanes* ou bateaux glisseurs. Ceux-ci ont un tirant d'eau très faible, qui les rend susceptible de naviguer sur des rivières très peu profondes, et il convient, en pareil cas, que l'appareil propulseur soit entièrement émergé. On est ainsi conduit à substituer l'hélice aérienne à l'hélice marine. Le principal inconvénient est qu'on se trouve mis à la merci du vent. Des essais intéressants se poursuivent actuellement en France. En Italie, divers modèles d'hydroplanes à hélices aériennes sont expérimentés depuis trois ans par les aérostiers militaires. Au mois de mai 1907, ils ont réalisé sur le lac de Bracciano une vitesse de 40 nœuds.

§ 3. — Changements de vitesse.

Étant donné un arbre moteur qui tourne à vitesse constante, on a souvent besoin de faire varier la vitesse d'un autre arbre commandé par celui-là : c'est le problème du *changement de vitesse*. La solution la plus usitée consiste dans l'interposition d'un train d'engrenage mobile, dit train baladeur, qui, en se déplaçant sous l'action d'un levier, modifie l'équipage de roues dentées. Mais le changement de vitesse s'effectue alors avec une brutalité fâcheuse, et, d'ailleurs, on n'obtient ainsi qu'un nombre limité de rapports de vitesse. Le changement de vitesse par poulies extensibles ne présente pas les mêmes inconvénients. On peut aussi avoir recours à l'emploi d'un galet circulaire reposant par son contour sur un plateau qui tourne à une vitesse constante. Le frottement oblige le galet à tourner lui-même autour de son axe, et cette rotation est transmise à l'arbre dont on veut pouvoir faire varier la vitesse. Cette variation s'obtient en modifiant la distance du galet au centre du plateau. Le changement de vitesse ainsi réalisé est bien continu et se produit sans choc ; mais l'adhérence du galet sur le plateau n'est jamais assez grande pour empêcher des glissements, qui compromettent la régularité de la marche et s'opposent à la transmission d'efforts importants. On connaît encore l'emploi de trains différentiels, dont voici le principe : un pignon denté, dit satellite, est interposé entre deux roues dentées concentriques, et engrène intérieurement avec la plus petite. Son centre est porté par un châssis qui peut tourner autour du centre commun des deux roues. Si la petite roue demeure fixe, la grande roue et le châssis prennent un rapport de vitesse déterminé. Si la petite roue tourne, le rapport des vitesses de la grande roue et du châssis varie avec la vitesse de cette petite roue. Dès lors, pour faire varier ce rapport, il suffit de disposer un frein qui contrarie plus ou moins la rotation de la petite roue. La grande roue est calée sur l'arbre moteur et tourne, par suite, avec une vitesse constante. Le châssis est relié à l'arbre qu'il s'agit de commander.

Cette solution a le grave inconvénient de faire intervenir un frottement, celui du frein, qui consomme du travail en pure perte. M. Gasnier a imaginé de remplacer le frein par une dynamo montée sur l'arbre de la petite roue, et d'utiliser le courant de cette dynamo pour actionner une dynamo réceptrice montée sur l'arbre de la grande roue, de façon à restituer à celui-ci la plus grande partie de l'énergie absorbée par la résistance tenant ici lieu de frein. On règle le rapport des vitesses en

décalant plus ou moins les balais de la réceptrice.

Un changement de vitesse bien différent a été inventé récemment par M. Bardet. Le dispositif est trop compliqué pour que nous puissions faire autre chose que d'en indiquer le principe. Considérons d'abord deux roues dentées placées dans deux plans perpendiculaires, dont l'intersection contient les centres des deux roues. Après avoir disposé l'une de ces roues, R_1, de façon que l'intervalle de deux dents consécutives livre passage aux dents de l'autre roue, R_2, nous pouvons faire tourner celle-ci sans déplacer la première : le rapport des vitesses est donc nul. Dévions maintenant légèrement le plan de R_2. Si nous recommençons l'expérience dans ces nouvelles conditions, chaque dent de cette roue, parcourant obliquement l'intervalle de deux dents de R_1, va heurter l'une de celles-ci au passage, et imprimer par suite à R_1 une petite rotation. Mais un engrenage ainsi constitué donnerait naissance à des chocs continuels, et il arriverait même que certaines dents de R_2, au lieu de rencontrer un intervalle vide, seraient complètement arrêtées par la présence inopportune de dents de l'autre roue. Pour éviter ce vice rédhibitoire, l'inventeur a imaginé de rendre les dents de R_2 mobiles par rapport à cette roue, sauf pendant le court instant où elles sont en prises avec celles de R_1, et de les diriger par des guides convenables qui amènent successivement chacune d'elles dans la position voulue. L'idée est ingénieuse; il reste à savoir ce qu'elle donnera en pratique.

§ 4. — Mesure du travail.

La torsion d'un arbre moteur est à chaque instant proportionnelle au moment de l'effort transmis par cet arbre, et sa connaissance permet, par suite, de calculer le travail par seconde, travail égal au produit du moment de l'effort par la vitesse angulaire. Les appareils destinés à mesurer cette torsion ont reçu le nom de *torsiomètres*. M. Hamilton Gibson, dans l'*Engineering* de janvier et février 1908, en a décrit plusieurs; je mentionnerai seulement celui de Bevis et Gibson. L'arbre moteur porte deux disques percés chacun d'une raie radiale. Au repos, ces deux disques sont dans un même plan méridien. Si l'on fait tourner l'arbre sans lui imprimer de torsion sensible, le plan des deux rainures laisse, à chaque tour, passer, parallèlement à l'axe, un rayon lumineux provenant d'une lampe à incandescence, rayon qui est reçu par une lunette; quand la rotation est assez rapide, l'observateur perçoit un éclairage à peu près continu, qui s'explique par la persistance de l'impression lumineuse sur la rétine. Mais, dès que l'arbre se tord, les deux rainures éprouvent un léger déplacement relatif, en sorte que le rayon se trouve dévié et ne peut plus atteindre la lunette. Pour retrouver l'impression lumineuse; il faut dévier l'axe optique de celle-ci, ce qu'on fait à l'aide d'une vis. Un vernier mesure le déplacement. On peut ainsi mesurer, sans erreurs provenant de l'interposition de mécanisme amplificateur, des angles de torsion de l'ordre du centième de degré.

En se plaçant à 15 mètres des disques et disposant le vernier à 350 millimètres de l'axe de rotation, on évalue par ce procédé la puissance à 1/400 près. Ce procédé est remarquable par l'exactitude et la rapidité des mesures.

§ 5. — Appareils stabilisateurs.

Un corps de révolution, qui tourne rapidement autour de son axe d'abord immobile, continue à tourner indéfiniment autour de cet axe tant qu'aucune cause étrangère ne vient troubler son mouvement, et il oppose aux efforts tendant à dévier l'axe une résistance d'autant plus grande que la rotation est plus rapide; en outre, la déviation de l'axe se produit *perpendiculairement* à la direction de l'effort. Cette propriété, qui constitue le principe de l'effet gyroscopique, est susceptible de nombreuses applications. Je citais, à cet égard, dans la Revue de 1903, la flexibilité donnée à l'arbre de la turbine de Laval, flexibilité grâce à laquelle l'axe se maintient spontanément immobile, ou, pour parler plus exactement, ne présente que des vibrations imperceptibles, tandis qu'un axe rigide ne pourrait résister aux forces d'inertie dues à l'énorme vitesse de rotation : variante scientifique de la fable du chêne et du roseau. Depuis lors, le jeu du *diabolo* a vulgarisé la stabilité particulière dont il s'agit ici.

Le *monorail* Brennan dérive du même principe. Cette invention, qui a déjà été expérimentée en petit, consiste à obtenir une voiture en équilibre sur un seul rail. La voiture porte, transversalement, une boîte, renfermant deux gyroscopes qui tournent en sens contraire sous l'action de deux dynamos. On a fait le vide dans la boîte, de façon à supprimer la résistance de l'air. L'axe de rotation de chaque gyroscope est mobile autour d'un point fixé à la boîte; il est guidé par une coulisse qui ne lui permet que de faibles variations d'inclinaison. Si le véhicule vient à pencher, l'axe du gyroscope conserve une direction invariable dans l'espace jusqu'à ce qu'il touche la coulisse; à ce moment, il exerce sur celle-ci une pression qui redresse le véhicule. Ces deux gyroscopes ajoutent leur effet. Il sont conjugués entre eux de telle manière que, dans le passage d'une courbe de la voie, leurs réactions s'équilibrent et ne produisent aucune résistance.

Un procédé analogue a été imaginé par M. Otto Schlick pour combattre en mer le roulis. Un volant,

animé d'une grande vitesse de rotation autour de son axe d'abord vertical, est placé dans un cadre mobile autour d'un axe transversal perpendiculaire au plan de symétrie du bateau. Le centre de gravité du système est situé assez bas pour que, en temps calme, l'axe du volant demeure vertical. Dès que le roulis se fait sentir, le volant oscille. Un frein hydraulique amortit ses oscillations et absorbe ainsi l'énergie communiquée au bateau par les vagues. Des essais ont été faits en 1906 sur le vapeur *Seebär*, ancien torpilleur de la Marine allemande mesurant $35^m,25$ de longueur sur $3^m,60$ de largeur maxima et $1^m,04$ de tirant d'eau. Le volant avait 1 mètre de diamètre extérieur et pesait 502 kilogs. Aucune installation électrique n'existant à bord, on avait pris le parti de faire tourner le volant à l'aide de la vapeur. A cet effet, le volant était disposé en forme de turbine; la vapeur entrait par l'un des tourillons de l'axe transversal et sortait par l'autre. Un régulateur à force centrifuge fermait l'admission dès que la vitesse dépassait 500 tours par minute. Le nombre des oscillations du navire nécessaire pour arriver à l'amplitude d'un demi-degré était mesuré au moyen d'un pendule enregistreur. Le mouvement de roulis était obtenu artificiellement à l'aide d'une grue tirant sur l'un des bords et disposée de façon à être facilement détachée au moment voulu. On a constaté, par exemple, qu'avec une amplitude initiale d'oscillation égale à 13°40′ le bateau faisait, volant arrêté, 25 oscillations avant d'arriver à l'amplitude d'un demi-degré, tandis que, volant en action, 4 demi-oscillations suffisaient pour ramener l'amplitude de 15° à 1/2 degré. Dans d'autres expériences, exécutées à l'embouchure de l'Elbe, on a reconnu que les oscillations dues à l'action des vagues tombaient de 15 ou 20° à 1 ou 2° seulement dès que le volant fonctionnait. En présence de ces résultats, la *Hamburg America Line* a décidé le montage d'un semblable volant sur l'un de ses grands vapeurs.

Au sujet du roulis, signalons un autre procédé d'amortissement dû à M. Crémieu et consistant à déposer à fond de cale une masse susceptible de se déplacer transversalement dans un fluide visqueux qui développe un travail négatif propre à absorber la force vive des oscillations.

Le principe de l'effet gyroscopique permettrait également d'augmenter la stabilité des machines volantes : cette remarque a été faite en France par M. Regnard et en Angleterre par M. Stuart Bruce.

§ 6. — Mouvements vibratoires.

J'ai déjà, dans la précédente Revue, insisté sur les phénomènes de synchronisme qui exagèrent, dans certains cas, l'amplitude des oscillations des systèmes élastiques. Le tachymètre de Frahm est basé sur cette propriété. L'élément essentiel est une sorte de peigne formé par une suite de lames d'acier, de 40 à 50 millimètres de longueur et 25 millimètres d'épaisseur, encastrées dans une pièce massive. L'extrémité libre de chaque lame est recourbée à angle droit et peinte à l'émail blanc, de façon à être bien visible. Dans l'angle formé par la tête et le corps de la lame, on dépose une goutte de soudure au moyen de laquelle on obtient un nombre de vibrations par seconde allant de 35 à 100. Un pareil système, appliqué sur le bâti d'une machine dont on veut mesurer la vitesse, éprouve des secousses qui ont pour effet de faire vibrer, avec une intensité particulière, la lame dont la période propre est sensiblement égale à celle des oscillations de la machine; on voit alors la tête émaillée de cette lame prendre un mouvement très accentué, tandis que les autres lames paraissent demeurer au repos. L'appareil est complété par une graduation appropriée, qui permet de lire immédiatement la vitesse, en tours par minute, correspondant à la lame observée.

Le tachymètre Luc Denis dérive d'un principe un peu différent. Soit un solide mobile autour d'un axe vertical O et sollicité par un ressort attaché d'une part en un point A de ce corps, d'autre part en un point fixe B. Le système étant d'abord au repos, le ressort a une tension nulle, et à ce moment la droite AB est, par construction, perpendiculaire à OA. Soit x la longueur OA. Si le corps tourne d'un très petit angle θ, le ressort éprouve la variation de longueur $x\theta$, qui lui donne une tension $fx\theta$, f désignant une constante. Supposons maintenant qu'après avoir écarté le corps de sa position d'équilibre on l'abandonne à lui-même. Il va effectuer des oscillations pendulaires, et, si l'on appelle I son moment d'inertie, la durée de ces oscillations est $\pi\sqrt{\frac{I}{fx}}$: elle varie donc en raison inverse de la racine carrée de x. Partant de là, M. Luc Denis a construit un instrument fort intéressant, dont la description m'entraînerait trop loin. Une partie de l'appareil oscille sous l'action d'un ressort; une autre partie reçoit un mouvement oscillatoire synchrone de la rotation de l'arbre dont on veut avoir la vitesse. Ce ressort est disposé de telle façon que sa ligne d'action se déplace jusqu'à ce que les deux parties vibrent en concordance. On conçoit, d'après ce qui vient d'être dit, qu'au moment où la ligne d'action devient immobile, il suffit de connaître sa position pour en déduire la durée d'oscillation de la partie sur laquelle agit le ressort et pour avoir, par conséquent, la vitesse cherchée.

Les trépidations des machines, transmises par le sol ou par les murailles, troublent souvent le

repos des personnes habitant le voisinage; elles peuvent même, quand elles ont une grande intensité, lézarder et désagréger les constructions. Ces inconvénients sont, en général, plus marqués aux étages supérieurs qu'au voisinage du sol; on sait qu'un fait analogue s'observe dans les tremblements de terre. M. Prache s'est proposé de rechercher théoriquement et pratiquement les conditions à remplir pour combattre cette propagation des trépidations. Le meilleur isolant est le caoutchouc, substance à la fois incompressible et très élastique. Les vibrations s'y propagent avec une faible vitesse de quelques mètres seulement par seconde. Quand, ensuite, elles atteignent la surface de séparation du caoutchouc et d'un milieu où la propagation serait beaucoup plus rapide, le sol, par exemple, elles éprouvent, d'après M. Prache, une réflexion totale, et c'est là le principe de l'isolement. Les supports isolants doivent, d'ailleurs, être placés aussi près que possible de points où existent des nœuds, et non pas des ventres de vibration. Il est facile, dit l'auteur, de soustraire ainsi un bain de mercure aux trépidations produites par le passage des voitures[4]. Mais, en général, il suffit, dans la pratique, d'établir un isolement relatif, c'est-à-dire d'amortir assez les vibrations pour qu'elles cessent d'incommoder les intéressés. On doit ajouter que l'isolement n'est satisfaisant que si tous les contacts ont lieu par l'intermédiaire du caoutchouc : un seul contact rigide, provenant par exemple d'un boulon servant à maintenir le caoutchouc, suffit pour livrer passage aux trépidations.

§ 7. — Freins.

La question du freinage est une de celles qui intéressent le plus vivement la sécurité de la circulation des trains. Elle est suffisamment résolue, en ce qui concerne les trains de voyageurs, par l'adoption des freins continus automatiques, à air comprimé, dont l'emploi est maintenant général. La même solution n'a pu jusqu'ici être appliquée aux trains de marchandises, non seulement en raison de la dépense élevée qu'entraînerait l'application du système à tout le matériel des chemins de fer, mais encore à cause des difficultés pratiques résultant de la grande longueur de ce genre de trains. La transmission des variations de pression, produites par le mécanicien en tête de la conduite qui règne d'un bout à l'autre du train, exige un certain temps, pendant lequel les freins des véhicules ne se serrent que successivement; de là résultent des à-coups occasionnant diverses avaries, notamment des ruptures d'attelage.

Je ne parlerai ici que des essais les plus récents. Au mois de mai 1907, des expériences ont été entreprises sur la ligne de l'Arlberg, par l'Administration des Chemins de fer de l'Etat autrichien, en vue d'étudier l'application d'un frein continu à vide sur de longs trains de marchandises. Dans le système employé, la rapidité de la propagation de la pression est obtenue par l'ouverture automatique, de proche en proche, de valves de rentrées d'air placés sous chaque véhicule; elle s'élève à 360 mètres par seconde. Le remplissage des cylindres à frein est ralenti par des diaphragmes, de façon à obtenir la douceur voulue dans l'application du sabot. Une soupape automatique, placée sur le dernier véhicule, renvoie de queue en tête la propagation initiale venue de tête en queue qui n'a produit tout d'abord qu'un demi-serrage, de telle sorte que la simultanéité du serrage total sur les divers véhicules soit approximativement réalisée.

Le train expérimenté était composé de soixante-quinze véhicules, non compris la locomotive et le tender. M. Bochet, que l'Administration des Travaux publics avait chargé d'assister aux essais, a constaté la douceur avec laquelle s'effectuaient la plupart des arrêts. Ces expériences ont été reprises en juin 1908 dans la plaine des environs de Vienne, et l'on a pu porter à cent le nombre des véhicules sans observer de réactions violentes.

Il est très important, dans le freinage d'un véhicule de chemin de fer, de ne jamais atteindre, pour chaque roue, une pression telle que l'effort retardateur exercé par le sabot du frein dépasse la résistance tangentielle que le rail oppose au glissement de la roue, sans quoi le patinage se produit aussitôt, et ce phénomène n'a pas seulement l'inconvénient d'user rapidement le bandage de la roue : il diminue, en outre, dans une forte mesure l'efficacité du frein. La résistance au glissement est égale à la pression de la roue sur le rail, multipliée par le coefficient de frottement : telle est donc la limite au-dessous de laquelle doit demeurer l'effort retardateur du sabot, et le serrage de celui-ci doit être déterminé en conséquence. Le frein automatique *maximus* résoud ce problème par le déclanchement d'un doigt métallique qui se produit dès que le serrage du sabot approche de la valeur correspondant à l'effort limite, déclanchement ayant pour effet de caler le piston dans le cylindre du frein. Mais, comme la charge des wagons de marchandises est sujette à de grandes variations, il faut, au départ, régler le frein de chaque wagon d'après sa charge. C'est là une sujétion à laquelle échappe le frein de MM. Chapsal

[4] Rappelons à ce sujet que M. Hamy a réalisé, à l'Observatoire de Paris, un bain de mercure parfaitement stable en supportant la cuvette par des ressorts longs et très extensibles, et en éloignant le plus possible le centre de gravité du centre d'oscillation.

et Saillot. Dans ce système, la timonerie est disposée de telle façon que la flexion des ressorts de suspension, proportionnelle à la charge, règle automatiquement la limite de serrage.

Signalons encore un ingénieux dispositif, dû également à M. Chapsal, et ayant pour but d'empêcher automatiquement les *dérives*. On dit, dans le langage des chemins de fer, qu'il y a dérive lorsque, à la suite d'une rupture d'attelage survenue sur une rampe, l'arrière du train rebrousse, entraîné par la pesanteur. Avec les freins à air, ce danger n'est guère à craindre, car ceux-ci bloquent toutes les roues par le seul fait de la rupture d'attelage. Mais, pour les trains de marchandises, on continue, nous l'avons dit, à se contenter de freins à main gardés par les conducteurs, et si, au moment d'une rupture d'attelage, le conducteur d'arrière est inattentif, ou même endormi, la sécurité se trouve gravement compromise. Le principe de l'appareil Chapsal est le suivant : l'un des essieux de chaque véhicule freiné porte un tambour sur lequel sont articulées des cames disposées de telle manière que, si la rotation a lieu dans un sens, elles fassent saillie hors du tambour, tandis que, si elle a lieu en sens contraire, elles s'effacent à l'intérieur. Dans le premier cas, elles viennent, l'une après l'autre, frapper un levier qui déclanche le frein. En fait, un wagon n'a ni avant ni arrière : tout dépend de la façon dont il est attelé dans le train. Aussi a-t-il fallu munir le tambour d'une double couronne de cames, établie de façon que, quel que soit le sens de la marche, les cames de l'une des couronnes soient en saillie, tandis que celles de l'autre couronne demeurent effacées. Une poignée placée dans la vigie du conducteur permet à celui-ci de paralyser celle des deux couronnes qui empêcherait la marche en avant. Dans les manœuvres de gares, pour lesquelles il faut pouvoir aller dans les deux sens, la poignée est amenée à une position intermédiaire, qui paralyse à la fois les deux couronnes ; la poignée obstrue alors le siège du conducteur, en sorte que celui-ci ne peut se rasseoir avant d'avoir remis en action l'une des deux couronnes.

Ne quittons pas la question des chemins de fer sans mentionner le curieux *tracteur-chenille* construit par la maison Hornsby et récemment mis à l'essai par l'armée anglaise. Cet appareil, destiné à circuler dans les plus mauvais terrains, transporte avec lui son chemin de roulement, constitué par une bande sans fin qu'on déroule entre la terre et les roues de la machine. Cette bande comprend deux chaînes disposées des deux côtés du tracteur et commandées par une roue motrice. Chacune de ces chaînes est alternativement composée de mailles principales, renfermant des tasseaux en bois qui s'appuient sur le sol, et de mailles plus petites, qui s'accrochent à la roue motrice. Ces mailles principales sont butées de telle sorte que la chaîne ne puisse jamais prendre une forme concave vers l'extérieur. La direction s'obtient au moyen d'un différentiel permettant d'imprimer aux deux chaînes des vitesses inégales. Ce singulier véhicule présente un peu l'aspect d'une chenille, dont les pattes seraient représentées par les tasseaux de bois, et de là vient son nom.

V. — Questions diverses.

§ 1. — Arc-boutement.

On connaît depuis longtemps les effets d'arc-boutement dus au frottement : certains mouvements géométriquement possibles se trouvent empêchés par la résistance au glissement, quelle que soit la grandeur des forces mises en jeu, à condition seulement que celles-ci ne s'écartent pas de certaines directions déterminées. La presse à vis, le valet de menuisier, l'encliquetage Dobo (utilisé dans les roues libres de certaines bicyclettes) fournissent des exemples d'arc-boutement. L'appareil dit autoloc, d'invention récente, est une sorte d'encliquetage Dobo à double effet. Il constitue un appareil de calage au moyen duquel un arbre mobile autour de son axe demeure automatiquement bloqué dans la position où on l'abandonne, tant qu'on n'agit pas sur un levier spécial de débloquage dont la manœuvre n'exige qu'un effort minime. L'organe essentiel comprend deux billes qu'un ressort tend à écarter l'une de l'autre, et qui se trouvent coincées dans l'espace compris entre un anneau extérieur et une came intérieure, à contour légèrement elliptique. J'ai donné dans la *Revue de Mécanique* la théorie complète de cet appareil. L'autoloc se prête à bien des emplois : adapté, par exemple, à un frein de bicyclette, il assure la persistance du serrage, alors même qu'on abandonne la manette du frein, et supprime par conséquent la fatigue que le frein ordinaire impose, sur les longues descentes, à la main du cycliste. On obtient le desserrage en ramenant la manette à sa position initiale.

§ 2. — Roulements sur billes.

Les roulements sur billes, qui ont pris un grand développement d'abord dans la construction des vélocipèdes, puis dans celle des automobiles, tendent à se répandre de plus en plus, en raison de l'augmentation de rendement qu'ils procurent : ils remplacent, en effet, le frottement de glissement par la résistance au roulement, qui est beaucoup plus faible. Mais un roulement sur billes, pour bien

fonctionner, doit être établi dans de bonnes conditions. Les billes doivent être en acier fondu, très dur, et parfaitement calibrées : la maison Glaenzer, qui s'est fait une spécialité de cette fabrication, garantit la forme sphérique à deux millièmes de millimètre près. Il faut autant que possible éviter que les billes se touchent, sans quoi elles développeraient un frottement mutuel qui entraînerait une consommation de travail. Parfois on sépare les billes les unes des autres par de petits ressorts en spirale; ou bien encore (système Conrad) on les emprisonne individuellement dans des alvéoles hémisphériques qui sont portées par un cercle de bronze et disposées de façon à laisser à découvert la partie des billes qui porte la charge.

Les chaînes à rouleaux ont également l'avantage de substituer le roulement au glissement. La même idée a conduit à la création de la transmission *Pekrun* : c'est un engrenage à vis sans fin, dans lequel les dents du pignon sont remplacées par des cônes, fous sur leurs axes et tangents à la surface de la vis.

§ 3. — Travail des métaux.

L'assemblage des pièces de tôle s'obtient, comme l'on sait, en croisant ces pièces de façon à mettre en correspondance des lignes de trous percés à l'avance, puis introduisant dans ces trous des rivets à une tête, chauffés au rouge, dont on écrase l'extrémité pour former une seconde tête. Le procédé est fort ancien : on a retrouvé des rivures remontant à l'époque gallo-romaine. M. Frémont a fait une étude approfondie de cette opération. A la suite de nombreux essais, il recommande l'emploi de rivets en acier doux possédant 35 à 45 kilogs de résistance à la traction, avec striction d'au moins 61 %. Les aciers au nickel sont particulièrement avantageux, en raison de leur résistance vive. Il importe surtout que le métal ne soit pas fragile. Les rivets actuellement employés remplissent mal les trous, du côté de leur tête, surtout s'ils ont une grande épaisseur à serrer; il faudrait, d'après M. Frémont, adopter un type de rivet présentant, entre sa tête et son corps cylindrique, un renflement destiné à s'écraser pendant le rivetage, en fournissant le métal nécessaire au remplissage du trou. Le température initiale du rivet a une grande importance : il faut que le rivet soit chauffé uniformément sur toute sa longueur, qu'il soit assez chaud pour bien se mouler dans son logement et que, néanmoins, sa température ne dépasse pas une certaine limite, déterminée d'après sa composition chimique, limite au delà de laquelle le métal serait altéré. Le pression du rivetage doit atteindre au moins 90 kilogs par millimètre carré de section, dans le cas du fer, et 120 kilogs dans le cas de l'acier; elle doit être maintenue au moins pendant trente secondes. Les riveuses hydrauliques actionnées par accumulateur sont préférables à toutes les autres, parce qu'elles fournissent une quantité d'énergie considérable en un court espace de temps et permettent, en outre, de maintenir une pression constante pendant tout le temps nécessaire.

Le *scléroscope* de MM. Shore et Héroult est un appareil d'une grande simplicité, permettant de déterminer rapidement la dureté d'un métal sans détérioration de la pièce essayée. Il se compose d'un tube vertical gradué, en verre, disposé au-dessus d'une enclume. On place la pièce sur l'enclume et, au moyen d'un déclanchement, on laisse tomber dans le tube, d'une hauteur de 250 millimètres, une bille d'acier de deux grammes et demi. On lit, avec une loupe, la hauteur à laquelle rebondit la bille. Des essais répétés ont montré que cette hauteur correspond à la dureté du métal éprouvé et donne des résultats bien comparables.

M. Taylor a communiqué, en 1905, à la Société américaine des Ingénieurs mécaniciens, le résumé de recherches qu'il a effectuées pendant vingt-six ans sur le travail des outils, et notamment des tours. Ce labeur considérable lui a permis de définir la meilleure forme de l'outil, la meilleure vitesse, le meilleur serrage. Le problème dépend de douze variables principales : qualité du métal, diamètre de l'objet à tourner, profondeur de la coupe, épaisseur du copeau, etc. Les expériences ont été exécutées en faisant varier successivement chacune des données. Après avoir établi des formules résumant ses innombrables essais, l'auteur a construit une règle à calcul permettant l'application rapide de ces formules. Il est ainsi arrivé à doubler la production d'un atelier marchant d'après les anciennes méthodes, et à transformer des pertes de 20 % en bénéfices de pareille importance. En ce qui regarde le forage et l'alésage des métaux, M. Taylor renvoie à une série d'expériences faites par un Français, M. Codron, et publiées en 1903 dans le *Bulletin de la Société d'Encouragement*. Ces expériences concernent la grandeur des pressions nécessaires pour couper non seulement des aciers de dureté variée, mais aussi la fonte, le bronze et autres métaux. M. Taylor ajoute, et j'ai plaisir à reproduire ses paroles : « Les expériences de M. Codron sont, sur presque tous les points, faites avec la perfection qui caractérise les travaux de tous les meilleurs savants français ».

L. Lecornu,

Ingénieur en chef des Mines.
Professeur à l'Ecole Polytechnique
et à l'Ecole supérieure des Mines.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Cantor (Moritz). — **Vorlesungen über Geschichte der Mathematik.** *Vierter Band von* 1759 bis 1799. (Lectures sur l'histoire des mathématiques. *IVe volume de* 1759 *à* 1799). 4e *et* 5e *livraisons par* A. von Braunmühl, V. Kommerell, G. Loria, G. Vivanti, C. R. Wallner et M. Cantor. — *B.-G. Teubner, éditeur. Leipzig*, 1908.

Ces deux livraisons terminent le quatrième et dernier volume du *Cours sur l'Histoire des Mathématiques* dont nous avons déjà analysé les précédents fascicules[1]. M. A. von Braunmühl résume les progrès que fit la *Trigonométrie* durant cette période de quarante années. Euler introduit, dans les formules trigonométriques, les abréviations dont nous nous servons encore aujourd'hui, en désignant les angles d'un triangle par A, B, C et les côtés opposés par les lettres minuscules correspondantes a, b, c, tandis que Lambert utilise les fonctions hyperboliques en Trigonométrie et démontre le premier d'une façon rigoureuse que π est irrationnel. De leur côté, divers mathématiciens japonais, Arima et Kurushima entre autres, s'efforçaient également de trouver des valeurs approchées de ce fameux rapport du diamètre à la circonférence.

Avec M. V. Kommerell, nous passons en revue les travaux relatifs à la *Géométrie analytique* pendant cette même période. Charles Hutton publie d'excellents *Eléments des sections coniques* (1789), que Montucla regardait comme un modèle de précision et de clarté. Edward Waring découvre, après les Bernouilli, Clairaut et Euler, de nouvelles propriétés des courbes algébriques, et le général Meusnier énonce le remarquable théorème qui porte son nom (le rayon de courbure d'une section oblique d'une surface est la projection sur le plan de cette section du rayon de courbure de la section faite par le plan normal mené par la même tangente), théorème qui complétait la théorie d'Euler sur les courbures des sections normales faites, en un même point, dans une surface.

M. Gino Loria écrit aux pages suivantes l'histoire de la *Perspective* et de la *Géométrie descriptive*. Après un court résumé de la première depuis le Moyen-Age jusqu'à la fin du XVIIe siècle, il arrive à la période d'or de la Perspective théorique, qu'illustrèrent Jean Bernouilli, Brook Taylor, Zanotti, Lambert et Gustav Karsten. Puis nous assistons à la naissance de la *Géométrie descriptive*, géniale création de Gaspard Monge, qui avait d'abord pour but de « représenter sur une feuille de dessin n'ayant que deux dimensions, savoir : longueur et largeur, tous les corps de la Nature qui en ont trois, longueur, largeur et profondeur, pourvu néanmoins que ces corps puissent être définis rigoureusement », et, en second lieu, de « donner la manière de reconnaître, d'après une description exacte, les formes des corps, et d'en déduire toutes les vérités qui résultent et de leur forme et de leurs positions respectives ».

Le développement du *Calcul infinitésimal* est esquissé par la plume érudite de M. G. Vivanti. Là les noms des grands savants d'Alembert, Lagrange, Lazare Carnot, Laplace, Euler, voisinent avec ceux, moins connus, de la mathématicienne Agnesi et de ses compatriotes Malfatti et Riccati. M. C. R. Wallner étudie les Mémoires plus ou moins remarquables de Condorcet, de Charles et de Trembley sur les équations différentielles. Puis, nous retrouvons encore Lagrange, qui, dans sa *Théorie des fonctions analytiques* (1797), s'attacha à substituer au Calcul différentiel un ensemble de propositions basées sur le développement des fonctions algébriques en série, Laplace qui perfectionna les procédés d'intégration des équations aux différentielles partielles, et Lacroix dont le *Traité de Calcul différentiel et intégral* fut longtemps classique.

Enfin, pour clore le volume, M. Cantor relate, année par année, toutes les découvertes saillantes qui, de 1758 à 1799, se produisirent dans les divers domaines de la Mathématique. Ce dernier travail et une table fort complète facilitent les recherches dans cet ouvrage, qui restera le véritable *vade mecum* des historiens scientifiques.

Jacques Boyer.

[1] *Revue générale des Sciences pures et appliquées*, 19e année, n° 4 (29 février 1908), p. 163.

2° Sciences physiques

Eiffel (G.), *Ancien Président de la Société des Ingénieurs civils de France.* — **Comparaisons graphiques des valeurs mensuelles, saisonnières et annuelles des principaux éléments météorologiques dans diverses stations françaises pour l'année 1906.** (*Complément à l'Atlas.*)

Sous ce titre, M. Eiffel nous donne une série de planches destinées à être encartées dans l'Atlas météorologique de 1906, que la *Revue* a analysé déjà[1]. Ce sont des cartes de France sur lesquelles sont marquées les stations étudiées ; autour de chacun des points correspondants, des vecteurs, de longueur, de direction et de couleur diverses, figurent immédiatement ou une donnée météorologique, ou la différence entre cette donnée au lieu considéré et une station de comparaison. Les températures, rapportées à la température normale au Parc Saint-Maur, les valeurs de l'humidité relative, les hauteurs d'eau tombées, les nombres de jours pluvieux, les valeurs de la nébulosité et de l'insolation, les fréquences des directions de vent, les parcours diurnes du vent, sont ainsi représentés graphiquement sous une forme qui permet une comparaison rapide et intuitive des climats des diverses régions.

Bernard Brunhes,
Directeur de l'Observatoire du Puy-de-Dôme.

Van der Waals (Dr J.-D.), *Professeur à l'Université d'Amsterdam.* — **Lehrbuch der Thermodynamik in ihrer Anwendung auf das Gleichgewicht von Systemen mit gasförmig-flüssigen Phasen,** *bearbeitet von* Dr Ph. Kohnstamm (Cours de thermodynamique appliquée a l'équilibre des systèmes a phases gazeuse et liquide, *remanié par* M. le Dr Ph. Kohnstamm). 1re *partie.* — 1 *vol. in*-8° *de XII*-287 *pages avec* 75 *figures. Maas et van Suchtelen, éditeurs. Leipzig-Amsterdam*, 1908.

Depuis longtemps le Professeur J.-D. Van der Waals avait été sollicité de publier ses Leçons sur la Thermodynamique, mais il avait toujours jusqu'ici cru devoir repousser ce désir. La véritable raison était celle-ci : l'étude des mélanges binaires est, dans l'esprit du savant professeur d'Amsterdam, l'œuvre maîtresse de ces quinze dernières années et la plus belle application, à son sens, de la Thermodynamique, et il ne s'est décidé à déférer au désir exprimé par ses amis et ses admirateurs que lorsqu'il lui a semblé que les grandes lignes

[1] *Revue gén. des Sc.*, t. XVII (1906), p. 149.

de la théorie des mélanges binaires étaient fixées d'une manière définitive.

Les leçons du Maître, recueillies à l'Université d'Amsterdam par M. Ch. Kohnstamm, ont été traduites en allemand par lui avec une fidélité que le Professeur Van der Waals s'est plu à reconnaître; nous sommes donc sûrs de posséder sa pensée. Il est intéressant de constater la différence d'état d'âme du savant néerlandais et de nos maîtres français; ces derniers restent fidèles à la conception primitive de la Thermodynamique, c'est-à-dire d'une science fondée uniquement sur le principe de l'équivalence et le principe de Carnot; tout au plus, cette science s'aventure-t-elle entre leurs mains dans le domaine des gaz parfaits, auquel cas leur équation d'état : $pv = RT$ est considérée comme intuitive. Cette Thermodynamique paraît beaucoup trop restreinte à l'illustre professeur d'Amsterdam et il appelle à son aide la *théorie cinétique des gaz* pour en obtenir l'*équation d'état* et d'autres vues relatives à la chaleur spécifique des gaz à volume constant; c'est cette Thermodynamique qu'il nous développe dans le cas particulier des mélanges binaires. La première moitié seule est parue; elle se divise en quatre parties très inégales.

La première partie, de beaucoup la plus courte, est relative au *principe de l'équivalence et à ses applications* : les différentes chaleurs spécifiques d'un corps, l'équation des adiabatiques et la valeur de $\frac{C}{c}$ dans le cas des gaz parfaits.

La deuxième partie, beaucoup plus importante, s'occupe du *principe de Carnot et de ses applications* : elle se divise en trois chapitres, dont le premier est relatif au second principe, aux températures absolues, à l'entropie. Le chapitre II s'occupe du calcul des grandeurs calorimétriques, chaleurs spécifiques à volume ou à pression constante, chaleur spécifique le long des deux branches de la courbe de saturation, chaleur latente de vaporisation ordinaire, interne ou externe; à côté des relations théoriques, l'auteur s'occupe de la détermination expérimentale de ces quantités; le chapitre III est relatif aux applications du domaine hétérogène.

La troisième partie est consacrée au *principe général d'équilibre et à ses applications*. Le chapitre I étudie les fonctions thermodynamiques de Gibbs, savoir : l'énergie libre ψ, la fonction ζ et la fonction χ. Le chapitre II traite des cinq formes que peut affecter le principe d'équilibre : il montre comment on peut déduire les conditions d'équilibre du principe d'équilibre et il étudie les conditions de la stabilité, la signification géométrique des conditions de stabilité sur la surface de Gibbs, la courbe spinodale, la courbe binodale, le point de plissement, etc. Le chapitre III est relatif aux applications du principe d'équilibre au mélange de liquide et de vapeur et à la dissociation d'un corps.

Enfin le chapitre IV, qui termine cette partie essentielle du livre, étudie l'*action des forces extérieures sur un système*.

La quatrième et dernière partie traite de la *théorie thermodynamique de la capillarité*. Le premier chapitre expose la théorie de Laplace; le chapitre suivant discute les conditions d'équilibre et de stabilité; le chapitre III étudie la pression extérieure et la tension superficielle et traite en particulier la question de l'épaisseur de la couche superficielle. Le livre se termine par un chapitre dans lequel l'auteur donne la solution du problème capillaire pour une sphère.

Comme on le voit, le cours de Thermodynamique du professeur Van der Waals porte fortement l'empreinte des sujets de recherches familiers à son auteur; il diffère profondément des cours français et il n'en est que plus intéressant à étudier. Il est à prévoir que le tome II l'accentuera davantage encore en originalité.

E. Mathias,
Professeur à la Faculté des Sciences de l'Université de Toulouse.

Swarts (F.), *Professeur à l'Ecole du Génie civil de l'Université de Gand, chargé du Cours de Chimie générale à la Faculté des Sciences, membre correspondant de l'Académie royale de Belgique.* — **Cours de Chimie inorganique.** — 1 *vol. in-8° de 706 pages.* (*Prix* : 15 *fr.*) *A. Hermann, éditeur. Paris*, 1909.

Le Traité de Chimie organique publié l'an dernier par M. Swarts, et dont nous avons rendu compte ici même, laissait prévoir le Traité de Chimie inorganique d'aujourd'hui. Dans les deux volumes, nous avons noté le même souci des idées générales, associé à l'exactitude dans l'exposé des faits particuliers.

Plus de la moitié de l'ouvrage est consacrée à ce qu'on appelle généralement la Chimie physique. L'auteur en a basé l'exposé à la fois sur la Thermodynamique et sur l'hypothèse atomique; il a réussi, avec des calculs peu nombreux, en n'employant qu'exceptionnellement les Mathématiques supérieures, à donner de cette science des clartés très suffisantes pour la plupart des chimistes. Aussi ne saurions-nous trop recommander la lecture de cet ouvrage aux jeunes chimistes français, que tantôt l'enseignement, tantôt les examens de nos Facultés, laissent trop désarmés à ce point de vue.

M. Swarts n'a pas voulu diviser son volume en deux parties distinctes : Chimie physique, Chimie descriptive; il a tenu à ce que les deux se pénètrent réciproquement; aussi a-t-il exposé les diverses théories de la Chimie physique (Cinétique des gaz, lois de Berthollet, théorie des Ions, Electrolyse, Thermochimie, potentiel thermodynamique, etc.) au fur et à mesure qu'un fait particulier lui en donnait l'occasion. Cette méthode, un peu artificielle, est sans doute destinée à reposer l'esprit du lecteur, en mettant en jeu successivement son raisonnement et sa mémoire.

La Chimie physique nous a paru exposée avec complaisance. Mais, quoique les différents corps soient décrits d'une manière très précise, que tous les faits susceptibles d'application soient notés avec soin, on sent que la Chimie descriptive est traitée avec une sécheresse un peu méprisante, soulignée encore par l'absence totale de figures.

Une phrase de la préface de M. Swarts explique cette différence de traitement : « J'ai voulu combattre cette tendance fâcheuse, souvent constatée chez les élèves-ingénieurs, dont les études ont une allure presque exclusivement mathématique, de considérer la Chimie comme une science empirique et descriptive, s'adressant surtout à la mémoire. » Il espère faire accepter la Chimie par sa clientèle à la faveur d'un déguisement physico-mathématique. De ces esprits qui ne s'intéressent à la Chimie que dans la mesure de ses rapports avec la Physique et les Mathématiques, il y en a malheureusement autre part qu'en Belgique.

L. Bouveault,
Professeur-adjoint à la Faculté des Sciences de Paris.

3° Sciences naturelles

Vallaux (Camille), *Professeur de Géographie à l'Ecole Navale, Docteur ès Lettres.* — **Géographie sociale : La Mer.** — 1 *vol-in* 16, *de l'Encyclopédie scientifique, publiée sous la direction du* Dr Toulouse. (*Prix* : 5 *fr.*) *Doin, éditeur. Paris*, 1908.

La Géographie doit constituer, en quelque sorte, le support des faits économiques et sociaux; voilà pourquoi la grande *Histoire de France*, publiée sous la direction de M. Ernest Lavisse, débute par le magistral *Tableau de la Géographie de la France* qu'a peint M. Paul Vidal de La Blache, et c'est aussi la raison pour laquelle les Bibliothèques de Sociologie et de Sociologie appliquée, faisant partie de l'Encyclopédie scientifique, publiée sous la direction du Dr Toulouse, devaient comprendre des ouvrages de Géographie sociale.

Géographie sociale, Géographie humaine, Anthropo-

géographie sont des termes qui désignent une même chose : les rapports entre l'homme et le sol. Depuis six ans, d'excellentes thèses de Géographie humaine ont été publiées chez nous presque; toutes sont consacrées à des études régionales; une seule a porté sur un fait humain précis : l'irrigation. Mais nous n'avions pas encore l'ouvrage systématique comprenant la science tout entière, tel que Ratzel l'a puissamment construit dans son *Anthropogeographie* et dans sa *Politische Geographie*. Si aucun géographe français n'a entrepris une traduction de ces deux livres, classiques en quelque sorte, c'est peut-être à cause de leur empreinte profondément nationale : Ratzel ramène tout à l'Allemagne, de telle sorte que mieux valait pour nous une adaptation qu'une traduction. C'est ce qu'a fait, avec un grand succès, M. Camille Vallaux, qui n'est point un inconnu pour les lecteurs de la *Revue*. M. Vallaux « s'est efforcé de repenser par lui-même les idées maîtresses exprimées par Ratzel ». Il y a pleinement réussi, et son premier livre, consacré à *la Mer*, est d'un intérêt puissant et comble vraiment une très grosse lacune de notre littérature géographique. Le traité de Géographie sociale de M. Vallaux sera prochainement complété par un second livre qui portera sur *le Sol*.

Avant de parler du plan adopté par l'auteur, nous voulons le louer d'avoir donné au facteur humain, trop sacrifié par Ratzel, toute la part qui lui revient dans les phénomènes économiques et sociaux. M. C. Vallaux écrit très justement dans ses conclusions : « L'adaptation aux conditions de l'existence maritime a été favorisée ou contrariée, selon la nature des régions où l'homme prenait vue sur la mer, par les multiples agents naturels de la topographie ou du climat; mais elle n'a été rigoureusement déterminée par aucun d'eux. C'est en eux-mêmes et par eux-mêmes que les groupes sociaux ont trouvé les ressources ou subi les nécessités qui les ont menés à la conquête de l'Océan; ni les uns ni les autres ne leur sont venus du dehors. » Et encore : « La spontanéité humaine s'est taillé une forte part dans l'adaptation successive des sociétés à la vie océanique. Dans cette expansion, aucune nécessité extérieure n'eût pu tenir lieu des progrès de l'Astronomie nautique et de la Technique industrielle. »

Les quatre parties du livre de M. Vallaux sont consacrées à l'œcoumène maritime, aux migrations maritimes, aux faisceaux de circulation et à la domination de la mer. « Devenue le champ commun où les grandes routes du commerce tracent leurs sillons, devenue aussi l'objet d'ambitions impériales, mieux connue comme champ d'exploitation, la mer s'est de plus en plus mêlée, au cours de l'histoire, à la vie des peuples. On pourrait considérer, non sans exactitude, le développement historique comme se mouvant dans un cadre où la part de la mer devient de plus en plus grande. Au point de vue du monde occidental, tout au moins, la civilisation a passé de la phase *fluviale* à la phase *méditerranéenne*, puis à la phase *atlantique*; elle entre aujourd'hui dans la phase *océanique*. »

Après avoir détini la notion d'œcoumène maritime, M. C. Vallaux critique, à juste titre, la théorie de Ritter sur les articulations littorales. Il cite de nombreux exemples qui l'infirment. L'Irlande, où aucune population de marins n'a jamais pu grandir, malgré ses côtes extrêmement découpées, fournit un exemple très intéressant. Les causes véritables des mouvements de condensation sont plus variées et plus flexibles que Ritter l'avait imaginé. La mer est d'abord utilisée comme moyen de transport, et la côte agit, à cet égard, bien plus par sa situation que par sa nature. La mer est ensuite un moyen de subsistance qui a attiré, d'autre part, la population dans les régions exceptionnellement riches en matière vivante. La rareté relative des côtes de condensation tient au fait qu'elles doivent réunir des qualités différentes et parfois opposées : stabilité, fertilité du sol, facilité de communications terrestres, salubrité, situation opportune, extension du plateau continental.

La partie négative de la théorie de Ritter est beaucoup plus juste : les côtes non articulées sont presque toujours, au point de vue du peuplement, des côtes de dispersion. Ces rivages peuvent présenter des *points* de condensation, correspondant aux conditions que nous avons énumérées plus haut, mais on n'y trouve pas de *ruban* de condensation. Une côte non articulée relève toujours d'un des trois types suivants : falaises, cordons littoraux ou dunes, et ces types du modelé sont tous hostiles à la vie maritime.

Les limites d'un compte rendu nous empêchent de suivre M. C. Vallaux dans les développements si intéressants qu'il consacre à l'étude des limites de l'œcoumène, de l'insularité et de ses effets sur le peuplement, aux pêcheries. La deuxième partie du livre se rapporte aux migrations maritimes; l'auteur montre le rôle de la mer comme « creuset des peuples ». « La circulation et le déplacement en masse des hommes par voie de mer les rapprochent plus vite les uns des autres que ne le font des siècles entiers d'histoire continentale. C'est, au reste, une vérité générale que la mer précipite les manifestations de la vie collective, les rend plus hâtives et plus fiévreuses, et abrège aussi leur durée : tels sont, par exemple, les caractères de tant d'empires maritimes, rapidement élevés et non moins rapidement détruits. » Après avoir rappelé que les mouvements maritimes ont couvert d'Européens les deux Amériques, l'Afrique du Sud et l'Australie, M. C. Vallaux fait remarquer que les migrations terrestres sur les frontières continentales n'ont eu que des résultats éphémères et toujours restreints. Il en conclut à l'insuccès de l'expansion allemande, du *Drang nach Osten*, au delà du Bosphore, vers l'Anatolie et la Mésopotamie.

Si les routes des migrations tracent un véritable réseau sur les cartes océaniques, ce réseau ne peut cependant se comparer, au point de vue de la complexité et de la finesse des mailles, aux faisceaux que forment les routes suivies par les marchandises et les passagers. Ces faisceaux doivent leur existence au fait que les échanges tendent de plus en plus à se concentrer dans quelques grands ports. M. C. Vallaux étudie ainsi les faisceaux de la circulation océanique, ceux de la circulation méditerranéenne et les centres du commerce maritime. Il a noté, chemin faisant, de façon très juste et très précise, ce qui caractérise la transformation des échanges et l'économie du transport.

M. C. Vallaux consacre, en terminant, quelques pages aux formes maritimes de l'impérialisme. L'Océan ne comporte ni la conquête, ni l'occupation, ni les délimitations, au sens terrestre de ces mots. D'autre part, « les effets foudroyants du combat naval ne font que traduire, d'une manière concrète, la fragilité et l'instabilité de la puissance maritime, et, par conséquent, la médiocre solidité de la domination de la mer ». Nous souhaitons avoir fait entrevoir à nos lecteurs tout l'intérêt scientifique et toute la vie que renferme le livre de M. Vallaux. A défaut de cartes générales, que le format de l'ouvrage rendait impossibles, nous pensons que de petites cartes, faisant corps avec le texte et consacrées, par exemple, à la densité de la population, à la localisation des pêcheries, auraient rendu service aux nombreux lecteurs qui ne sont pas des géographes professionnels.

PIERRE CLERGET,
Professeur à l'Ecole supérieure de Commerce de Lyon.

Pfeffer (D. W.), *Professeur à l'Université de Leipzig.* — **Physiologie végétale**, *traduit de l'allemand d'après la deuxième édition par M.* JEAN FRIEDEL. *Tome II, 1er fascicule.* — *1 vol. in-8° de 164 pages, Steinheil, éditeur. Paris,* 1908.

Nous avons, en son temps, présenté aux lecteurs de cette Revue le tome I du très remarquable livre de W. Pfeffer, pour la traduction duquel M. J. Friedel

avait apporté tous ses soins. Nous avons dit également quel service le fidèle traducteur rendait aux botanistes français, en mettant à la portée de tous les idées de l'éminent physiologiste allemand[1].

Pour des raisons spéciales, l'apparition du commencement du deuxième volume a été très retardée, et ce n'est pas la faute de M. J. Friedel; nous devons donc le remercier d'avoir continué son œuvre et complimenter le nouvel éditeur de son désintéressement.

Ce premier fascicule complet, puisqu'il est pourvu d'une table spéciale, traite des *échanges d'énergie* dans la plante et comprend cinq chapitres d'inégale étendue. Après avoir étudié le mouvement de croissance, l'auteur s'occupe du mécanisme de cette croissance, pour la membrane cellulaire et l'amidon. Viennent ensuite les relations entre la division nucléaire et la division cellulaire, les moyens mécaniques de la différenciation des tissus, la disposition des parois cellulaires, l'élasticité et la cohésion des membranes, la tension des tissus, etc. Ces faits établis et discutés dans la moitié du fascicule, le reste est réservé à l'étude de l'*influence des conditions extérieures sur l'activité de croissance* (température, lumière, électricité, pesanteur, agents chimiques, eau, actions mécaniques). Souhaitons à ce fascicule, dont l'intérêt se dégage de cette simple énumération, un succès mérité qui incite l'éditeur à nous livrer au plus vite les autres fascicules qui composeront l'ouvrage entier.

Em. Perrot,
Professeur à l'Ecole supérieure de Pharmacie de Paris.

4° Sciences médicales

Teissier (J.), *Professeur de Clinique médicale à l'Université de Lyon.* — **Artério-sclérose et Athéromasie.** — 1 *monographie de l'Œuvre médico-chirurgical.* (*Prix* : 1 *fr.* 25). *Masson et Cie, éditeurs. Paris*, 1908.

Excellente monographie qui met au point une question difficile et très discutée. M. le Professeur Teissier s'est attaché à démontrer que l'Athérome et l'Artério-sclérose diffèrent par de multiples caractères. Et, pour affirmer la doctrine qu'il adopte de la dualité des deux processus pathogéniques, il s'appuie sur des arguments étiologiques, anatomiques et symptomatiques. L'Artério-sclérose est due à une ascendance uricémique ou bien à des antécédents infectieux ou toxiques. La scarlatine, le rhumatisme, la variole, le saturnisme, l'hydrargyrisme, auxquels il faut peut-être ajouter le tabagisme et l'alcoolisme, sont des causes déterminantes plus ou moins lointaines. L'Athérome, au contraire, compte parmi les maladies d'évolution.

Dans l'Artério-sclérose, le processus anatomique est, au début tout au moins, irritatif, tandis que dans l'Athérome il est dégénératif. Celui-ci frappe de préférence les troncs artériels volumineux, celui-là les petits vaisseaux.

M. Teissier étudie le rôle de l'hypertension dans l'Artério-sclérose. Il pense qu'elle est l'effet d'une suractivité circulatoire provoquée par la résistance qu'éprouve le cours du sang dans la traversée des viscères scléreux. Il montre que, d'ailleurs, elle n'est pas constante dans l'Artério-sclérose. Il insiste très-justement sur l'inégalité de l'hypertension suivant les territoires considérés, ce qui l'amène à décrire les hypertensions relatives et les hypertensions partielles. C'est l'explication de faits, en apparence paradoxaux, où l'on constate une élévation de la tension à la pédieuse, par exemple, plus accentuée qu'à la radiale ou à la temporale.

Au point de vue clinique, M. Teissier établit le parallèle clinique entre l'Athérome et l'Artério-sclérose. La première de ces affections serait caractérisée par une apparition plus tardive, sans cause toxique provocatrice, ne s'accompagnerait pas d'hypertension, ni d'hypertrophie cardiaque, déterminerait des accidents par un mécanisme pour ainsi dire passif, ayant pour effet de rendre insuffisant l'apport sanguin, serait souvent bien tolérée et d'une évolution lente. L'Artério-sclérose serait, au contraire, plus précoce, suivrait toujours une toxhémie de nature variable, s'accompagnerait le plus souvent d'hypertension, aurait une répercussion fréquente sur le cœur, déterminerait des accidents par un mécanisme actif, spasmodique, ayant pour effet l'ischémie des organes, et aurait une tendance à une marche rapide.

Au point de vue didactique, ce tableau, dont nous n'avons répété que les grands traits, est bien établi. On en retrouve les applications dans l'exposé thérapeutique des deux affections qui termine l'ouvrage, que M. le Professeur Teissier a conçu dans un sens tout à fait adéquat au but que poursuit cette intéressante publication de l'*Œuvre Médico-chirurgical.* A. L.

Dulac (Jules), *Ingénieur des Arts et Manufactures.* — **L'Air** (**Effets de son impureté sur la santé**). — 1 *vol. in-8° de* 235 *pages* (*Prix : 4 fr.*). *Ch. Béranger, éditeur. Paris*, 1908.

Excellent travail de vulgarisation, dans lequel l'auteur, montrant le rôle de l'Air et l'importance de l'Aération dans la vie, tire de cette étude des conclusions pratiques, donne de judicieux conseils, expose enfin les règles qu'il faut suivre en matière d'aération. Ouvrage dont la lecture doit être tout spécialement recommandée aux architectes.

5° Sciences diverses

Gebhart (Emile), *de l'Académie française.* — **Florence.** — 1 *vol. de la Collection des Villes d'Art célèbres. H. Laurens, éditeur. Paris*, 1908.

M. Emile Gebhart a écrit quelques mois avant sa mort ce livre dédié à une ville noble entre toutes, qui a été pour le Moyen-âge ce que fut Athènes pour l'Antiquité. Il en a parlé avec la tendresse d'un fils et la ferveur d'un amant. En ces cent cinquante pages, Florence revit tout entière, mieux qu'en de pesants *in-octavo*; elle revit, non seulement dans sa grandeur artististique, incomparable, mais avec sa physionomie morale, avec l'âme que lui ont faite des siècles d'une histoire parfois tourmentée, toujours glorieuse. M. Gebhart s'était proposé, dit-il, d'écrire « pour le contentement des pèlerins d'art ». La tâche a été remplie, et l'œuvre n'est pas indigne de figurer dans la vieille bibliothèque laurentienne, comme le dernier hommage d'un artiste et d'un lettré à la beauté de Florence. L. R. C.

Zuylen de Nyevelt (Mme Hélène de). — **Béryl,** *pièce en quatre actes.* (*Prix* : 3 *fr.* 50.) *Edition du Beffroi. Roubaix*, 1908.

Nos lecteurs, qui ne sont pas accoutumés à trouver dans cette *Revue* l'analyse de la dernière pièce ou du roman du jour, nous excuseront si nous faisons aujourd'hui exception à notre règle habituelle. De son beau roman, « L'Impossible Sincérité », Mme de Zuylen de Nyevelt a tiré une pièce, *Béryl*, d'une lecture captivante, d'un charme prenant, et dans laquelle elle a su, par la séduction du talent, transformer la simple histoire d'un amour brisé par la fatalité, en une haute et émouvante œuvre d'art. Cette pièce obtiendrait-elle, sur une grande scène, le succès qu'elle mérite? C'est à la critique théâtrale qu'il appartient de se prononcer à ce sujet : en tout cas, Béryl, par le souffle qui traverse ces quatre actes et par la haute tenue littéraire de l'œuvre, recueillera les suffrages de tous les artistes et de tous les lettrés, et c'est évidemment, de toutes les récompenses, la seule qu'ambitionne Mme de Zuylen de Nyevelt, et la seule qui vaille qu'on y attache quelque prix.

[1] V. *Revue générale des Sciences*, année 1906, tome XVII, p. 340.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 14 Décembre 1908.

1° Sciences mathématiques. — M. **M. Hamy** décrit une méthode expéditive pour le calcul approché des inégalités d'ordre élevé. — M. **J. Drach** présente ses recherches sur les intégrales particulières de l'équation des lignes géodésiques. — M. **L. Rémy** démontre le théorème suivant : Les surfaces algébriques dont les points admettent une correspondance univoque avec les couples de points d'une courbe de genre ω non singulière possèdent exactement $2\omega^2-\omega-1$ intégrales doubles distinctes de seconde espèce. — M. **G. Voisin** donne la description de son aéroplane biplan cellulaire, tel qu'il a été expérimenté par MM. Farman et Delagrange. — M. **J. Guillaume** adresse ses observations physiques de la comète 1908*c* faites à l'Observatoire de Lyon. — MM. **Saint-Blancat** et **Rossard** communiquent leurs observations de la même comète, faites à l'Observatoire de Toulouse.

2° Sciences physiques. — M. **L. Dunoyer** montre que l'on peut arriver à compenser exactement les compas de grand moment magnétique; toutefois, pour des changements rapides de latitude, il faudra modifier chaque jour la place des correcteurs de fer doux. — M. **G. Meslin** a constaté que la calcite et la dolomie en suspension dans divers liquides donnent naissance à des liqueurs qui ont exactement des propriétés inverses en ce qui concerne le dichroïsme magnétique; les liqueurs formées avec la dolomie présentent, en outre, un dichroïsme spontané de même signe que le dichroïsme magnétique. — MM. **G. Urbain** et **G. Jantsch**, en rangeant les terres rares par ordre de poids atomiques croissants, ont observé deux maxima du magnétisme, l'un dans le groupe cérique, l'autre dans le groupe yttrique. — M. **P. Pascal** a reconnu que la susceptibilité atomique est une fonction exponentielle du poids atomique pour des corps diamagnétiques de même valence et de propriétés chimiques analogues : $\log \chi_a = \alpha + \beta a$. — M. **J. Becquerel** a constaté que le pouvoir rotatoire des cristaux de cinabre diminue, pour une même longueur d'onde, par l'effet du refroidissement. — M. **E. Rothé** a étudié l'influence de la pression sur les phénomènes d'ionisation. Pour les champs très faibles, l'intensité du courant de saturation est d'autant plus petite que la pression est plus grande. Pour une valeur déterminée du champ, il existe une valeur de la pression pour laquelle l'intensité du courant est maxima. — M. **L. Bloch** présente une théorie de l'absorption dans les gaz qui le conduit à envisager le coefficient de frottement des électrons comme variable avec la longueur d'onde. — M. **L. Dubreuil** répond aux critiques de M. Leduc et maintient la valeur de 108 pour le poids atomique de l'argent. — M. **G. D. Hinrichs** apporte aussi des arguments pour l'adoption de cette valeur. — M. **M. Guichard** a reconnu que l'anhydride iodique, porté à la température à laquelle commence sa décomposition, retient une partie de ses éléments à l'état occlus. — M. **P. Nicolardot** a étudié l'action du protochlorure de soufre sur les métaux et métalloïdes. Dans tous les cas où il y a réaction, le chlorure formé est le protochlorure. — M. **Soury** a étudié la dissociation du bicarbonate de soude humide. Il a observé l'existence de deux périodes de tensions fixes dont la première correspond à la formation d'un carbonate inférieur $3Na^2O.4CO^2.5H^2O$. — M. **E. Kohn-Abrest** a fait l'analyse de la poudre d'aluminium en déterminant Al métallique par sa réaction avec le sulfate ferrique; il trouve que cette poudre contient 5,72 °/₀ d'un oxyde d'Al. — M. **C. Matignon** a préparé le chlorure de thorium par l'action du chlore et du chlorure de soufre sur la thorine. Les méthodes à l'oxychlorure de carbone et aux chlorures de phosphore sont moins recommandables. — MM. **G. Guillemin** et **B. Delachanal** ont déterminé les gaz occlus dans un laiton complexe au manganèse, criblé de soufflures. Ce sont : H 79,1 °/₀; CH^4 3,9 °/₀; CO 8,9 °/₀; CO^2 8,1 °/₀. — M. **L. Henry** a reconnu que l'acide sulfurique est l'agent réel du dédoublement du diméthylisopropylcarbinol en eau et en hydrocarbures; l'anhydride acétique ne fait que faciliter la réaction. — M. **M. Delépine**, en entraînant les vapeurs d'aldéhyde et de paraldéhyde dans l'acide sulfurique fumant, a obtenu, avec un bon rendement, l'adhéhyde crotonique et son dimère, $C^8H^{12}O^2$, Eb. 195°. — MM. **L. Bouveault** et **G. Blanc** ont préparé synthétiquement un certain nombre de dérivés de la camphénylone. — M. **A. Valeur**, en faisant réagir la soude étendue sur l'iodhydrate d'iodoïsospartéine, a obtenu de l'α-méthylspartéine. Avec les acides étendus, il se forme un composé renfermant 3 atomes d'I. — MM. **J. Bougault** et **L. Bourdier** ont extrait des cires des Conifères une série d'acides-alcools, dont deux ont pu être identifiés avec un acide oxypalmitique, F. 95°, et un acide oxylaurique, F. 84°. Ces acides s'éthérifient entre eux à la façon des peptides. — M. **C. Gerber** montre que la dérogation des présures à la loi des actions diastasiques dans les cas de coagulation rapide paraît due aux albumines et aux globulines qui les accompagnent. — MM. **A. Etard** et **A. Vila** isolent les produits d'hydrolyse des protoplasmides en les traitant à plusieurs reprises par le méthol anhydre qui les dessèche et en précipitant ensuite ceux qui sont de nature acide par le méthol ate de baryum. — M. **G. Gimel** a constaté que $SnCl^2$ exerce, à la dose très faible de 1/10.000, une action remarquable sur l'activité du *Saccharomyces* et augmente le rendement en alcool des moûts.

3° Sciences naturelles. — M. **G. Lemoine** communique 5 observations de malades artério-sclérieux, présentant de l'hypertension artérielle, et traités avec succès par la d'arsonvalisation. — M. **M. Ménard** montre que, s'il paraît impossible d'obtenir en radiographie la projection d'une synoviale articulaire normale, il n'en est plus de même pour une articulation malade dont la synoviale est distendue seulement par du liquide non purulent. — M. **E. de Bourgade de la Dardye** a traité certaines tumeurs profondes par l'introduction, dans l'intimité des tissus, de sulfure de zinc qui devient phosphorescent sous l'action d'une courte exposition aux rayons X, et le reste ultérieurement; il a obtenu déjà deux guérisons. — MM. **L. Cuénot** et **L. Mercier** ont trouvé, dans le stroma conjonctif des tumeurs B de souris cancéreuses, une catégorie spéciale de cellules, prenant le carmin soluble et renfermant des vacuoles à grain central. — M. **J. Mawas** montre que l'épithélium clair qui recouvre le corps ciliaire des Mammifères est composé de cellules dans le protoplasma desquelles existent de fines granulations visibles à l'état vivant et qui se colorent en noir par l'hématoxyline ferrique. — M. **Marcellin Boule** a examiné les ossements d'homme fossile recueillis à la Chapelle-aux-Saints (Corrèze). Ce type, néanderthaloïde, diffère des types actuels et se place au-dessous d'eux; il constitue une forme intermédiaire entre le Pithécanthrope de Java et les races actuelles les plus inférieures. — M. **E. L. Trouessart** signale la découverte du Rhinocéros blanc (*R. Simas* Burchell) au Soudan

égyptien. Cet animal, à une seule corne, doit être identique à la Licorne des Anciens. — M. **R. Minkiewicz** a observé une inversion du chlorotropisme normal des Pagures, lorsque ceux-ci, laissés dans une cuvette dont l'eau n'est pas changée, commencent à s'intoxiquer par leurs excrétions. — M. **E. Hérouard** a observé dans l'aquarium de Roscoff un Scyphistome formant des kystes sous son disque pédieux. Ces kystes sont, en réalité, des œufs, et l'on se trouve en présence d'une forme nouvelle à développement cœnogénétique, que l'auteur appelle *Taeniolhydra Roscoffensis*. — M. **A. Billard** donne la description des Haleciidées, Campanulariidées et Sertulariidées de la collection du *Challenger*. — MM. **J. Pantel** et **R. de Sinéty** ont observé l'apparition de mâles et d'hermaphrodites dans les pontes parthénogénétiques des Phasmes, considérées comme ne donnant naissance qu'à des femelles. — MM. **A. Laveran** et **A. Pettit** ont étudié les formes endoglobulaires et libres de l'*Hæmogregarina lacertæ* Dan. et Ch. — M. **W. Lubimenko** a constaté que la lumière favorise le développement des graines dans les fruits. Les fruits cultivés à la lumière du jour plus ou moins atténuée renferment plus de substance sèche et moins d'acide que les fruits qui ont mûri à l'air libre. — M. **A. Guilliermond** a reconnu que le *Saccharomycopsis capsularis* et l'*Endomyces fibuliger* offrent les mêmes caractères cytologiques et doivent être rattachés tous deux au genre *Endomyces*. — M. **L. Blaringhem**, en mutilant des pieds femelles de *Spinacia oleoracea*, a provoqué l'apparition de fleurs hermaphrodites et obtenu des lignées héréditaires renfermant des individus hermaphrodites. Il donne à cette variété la désignation de *polygama*. — M. **F. Meunier** a constaté que la faune des *Phloridæ* de l'ambre de la Baltique est voisine de la faune paléarctique actuelle; la faune des *Leptidæ* est nettement paléarctique. — M. **J. Thoulet** confirme, par de nouvelles recherches, l'hypothèse de l'origine cosmique et éolienne de la majeure partie des minéraux fins-fins trouvés dans les fonds marins, surtout les plus éloignés de terre. — M. **J. Comas Sola** signale l'enregistrement fréquent, à l'Observatoire de Barcelone, de microsismes de longue durée, peut-être en rapport avec la région volcanique éteinte, mais moderne, au nord de Barcelone.

Séance du 21 *Décembre* 1908.

La Section de Physique présente la liste suivante de candidats à la place vacante par suite du décès de M. Mascart : 1° M. **P. Villard**; 2° MM. **D. Berthelot, E. Branly, A. Broca, A. Cotton, H. Pellat** et **A. Pérot**.

1° Sciences mathématiques. — M. **H. Poincaré** présente quelques remarques sur l'équation de Fredholm. — M. **A. Demoulin** étudie l'enveloppe des cyclides de Lie relative aux différents points d'une surface. — M. **Paul Dienes** communique ses recherches sur les singularités des fonctions analytiques. — M. **P. Boutroux** présente quelques considérations sur les intégrales multiformes des équations différentielles du premier ordre. — M. **E. Traynard** détermine la condition pour que sept droites soient situées sur une surface du 4e degré. — M. **J. Guillaume** adresse ses observations du Soleil faites à l'Observatoire de Lyon pendant le troisième trimestre de 1908. Il y a eu une très grande recrudescence des taches du mois d'août.

2° Sciences physiques. — M. **H. Arctowski** a reconnu qu'il y a des années exceptionnellement chaudes et des années exceptionnellement froides, années dont les écarts de température, par rapport à la moyenne de dix ans, sont presque universellement positifs ou négatifs. — M. **B. Brunhes** a étudié les courants telluriques entre stations d'altitude différente : l'électricité négative a une tendance à tomber de haut en bas. — M. **J. Violle** montre que les lignes d'énergie électrique agissent comme de véritables paratonnerres sur les orages à grêle. — M. **André Léauté** montre que le courant de décharge d'un condensateur à travers une bobine à deux couches peut être considéré comme formé par la superposition d'une infinité de courants sinusoïdaux dont l'amplitude tend vers le zéro avec la période. — M. **E. Bauer** a constaté que les flammes de gaz d'éclairage ont un pouvoir émissif et absorbant considérable pour les rayons restants de la fluorine; ce pouvoir est dû à la vapeur d'eau. L'absorption est sélective. — M. **H. Guilleminot** a étudié le filtrage des rayons X par l'aluminium. Une même épaisseur d'Al durcit moins vite un faisceau déjà filtré qu'un faisceau tel qu'il sort du tube de Crookes. — M. **Ch. Marie** a reconnu que la surtension cathodique des métaux augmente avec la viscosité de l'électrolyte, et d'autant plus que le métal a lui-même une plus forte surtension. — M. **H. Woltereck** poursuit ses expériences sur la synthèse de l'ammoniac au moyen de la tourbe soumise à 450° à l'action d'un courant d'air saturé de vapeur d'eau à 80° C.; on retrouve un excès d'Az, ce qui montre que celui de l'air a pris part à la réaction. — MM. **L. Roger** et **E. Vulquin** n'ont pas retrouvé, dans les matières humiques de l'ouate de tourbe, ni les pentosanes, ni les hexosanes des végétaux originaux; les fonctions alcooliques des celluloses et divers constituants des lignocelluloses semblent subsister; en outre, une fonction nouvelle, acide, apparaît. — M. **A. Monvoisin** montre que l'emploi du bichromate de potasse comme conservateur pour les laits destinés à l'analyse ne permet pas de reconnaître, par les méthodes officielles, si le lait a été chauffé ou additionné d'H^2O^2.

3° Sciences naturelles. — MM. **A.** et **J. Bouyssonie** et **L. Bardon** montrent que le squelette humain trouvé à la Chapelle-aux-Saints (Corrèze) est incontestablement moustérien et a été enseveli intentionnellement dans une grotte qui paraît avoir servi de tombeau. — M. **R. Robinson** a étudié deux cas de la déformation du poignet connue sous le nom de luxation congénitale de l'extrémité inférieure du cubitus, dont il donne une interprétation pathogénique. — M. **L. Lapicque** a reconnu qu'il n'existe pas d'oiseaux présentant une proportion d'encéphale supérieure à 1/15 du poids corporel. Ce maximum est une condition d'existence qui limite effectivement la variation des espèces. — M. **E. Bordage** a constaté que les femelles d'*Ortmannia Allaudi* peuvent donner naissance à de jeunes *Ortmannia* et à de jeunes *Atya serrata*; cette dernière espèce ne serait donc qu'une mutation évolutive de l'*Ortmannia*. — M. **L. Bordas** a observé deux sortes d'organes annexés à l'appareil génital femelle des Blattes : un réceptacle séminal, ou spermathèque, et deux glandes accessoires et arborescentes, dont l'une sécrète des cristaux de carbonate de chaux. — M. **Y. Delage** a étudié le mode d'action de l'électricité dans la parthénogenèse électrique. Il serait encore imprudent de conclure entre les deux interprétations possibles : actions des charges statiques, actions électrolytiques développées par le courant de fuite du condensateur, bien que ces dernières paraissent beaucoup trop faibles pour produire un résultat. — M. **H. Piéron** montre que l'un des facteurs primordiaux de la fermeture des Actinies est la diminution d'oxygène disponible dans leur milieu, cette fermeture précoce devant prolonger la survie en milieu à oxygène non renouvelé. — M. **Aug. Michel** signale la présence de *Syllis vivipara* à Naples; tous les individus rencontrés étaient des femelles, en général en état de gestation d'œufs peu nombreux ou d'embryons. — MM. **A. Laveran** et **A. Pettit** ont observé la présence de deux formes de multiplication endogène (kystes à macro- et à micromérozoïtes) de l'*Hæmogregarina lacertæ*. — MM. **R. Maire** et **A. Tison** établissent que le *Sorosphæra Veronicæ*, parasite des Véroniques, n'est pas une Ustilaginée, mais une Photomyxinée, et doit être rangé à côté du *Plasmodiophora Brassicæ*. — M. **E. Haug** a constaté l'existence, dans le Salzkammergut, d'une cinquième nappe de charriage, qui constitue presque entièrement le grand massif du Todte Gebirge. —

M. J. Savornin montre que, pendant l'époque aquitanienne, une grande partie du sol algéro-constantinois était occupée par des bassins fermés; la grande épaisseur des dépôts torrentiels n'est conciliable qu'avec un climat subdésertique, à longues périodes de sécheresse. — M. Ph. Négris a étudié le substratum de la nappe de charriage du Péloponèse; c'est tantôt un calcaire crétacé-éocène, tantôt du flysch, nummulitique ou non. — M. P. Castelneau a observé les traces d'un mouvement positif le long des côtes occidentales de Corse et montre son rôle dans la morphologie et l'évolution du littoral. — M. E.-A. Martel a reconnu que la prétendue source sous-marine de Port-Miou (Bouches-du-Rhône) n'existe pas; on a seulement trouvé, au fond de deux puits naturels, deux bassins d'eau saumâtre, provenant des infiltrations des calcaires environnants et en communication avec la mer. — M. A. Angot signale l'enregistrement, à l'Observatoire du Parc Saint-Maur, de deux perturbations sismiques : l'une très importante, le 12 décembre; l'autre plus faible, le 18 décembre.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 15 Décembre 1908.

M. Troisier présente le Rapport général sur les prix décernés par l'Académie en 1908. — M. Pinard prononce l'éloge de Tarnier.

Séance du 22 Décembre 1908.

M. le Président annonce le décès de M. Chauvel, membre de l'Académie, du Dr Rindfleisch, correspondant étranger, et de M. J. Lemaistre, correspondant national.

M. G. Dieulafoy est élu vice-président de l'Académie pour 1909, et M. G. Weiss secrétaire annuel.

M. Yvon présente un Rapport qui conclut par la proposition d'autoriser les sages-femmes à faire usage, mais seulement à titre de traitement préventif, d'une solution de nitrate d'argent au cinquantième pour la prophylaxie de l'ophtalmie purulente des nouveau-nés. L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport. — M. E. Perrot lit un travail intitulé : Qu'est-ce que la Pharmacognosie? — M. E. Léger présente un travail sur l'emploi du sulfate d'hordénine dans le traitement de certaines affections, en particulier des affections gastro-intestinales.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 12 Décembre 1908.

MM. L. Nattan-Larrier et M. Parvu ont observé, dans 9 cas sur 10, un abaissement de l'indice opsonique chez les diabétiques, sans qu'il y ait parallélisme entre cet abaissement et l'intensité de la glycosurie. — M. A. Frouin est parvenu à extraire une partie de l'antitoxine contenue dans le sérum antitétanique coagulé en l'épuisant par des solutions salines. — M. Pariset appelle unité de pouvoir amylolytique d'un liquide le rapport de la quantité de sucre en cgr. fournie par l'action de 1 c. c. de ce liquide sur 50 cgr. d'amidon soluble pendant 2 h. à l'étuve à 39° à cette quantité d'amidon elle-même. — M. Ed. Retterer a reconnu que les hématies du bœuf, du mouton, de la chèvre, du porc et du cheval sont des solides et non point des surfaces; la plupart sont sphériques, d'autres hémisphériques et lenticulaires. — M. A. Borrel signale de nouveau le rapport étroit entre la présence de parasites cutanés et de cancers des follicules pileux. — M. P. Boveri a reproduit chez le singe, par injection d'adrénaline, une artério-sclérose anatomiquement semblable à celle de l'homme. — MM. H. Busquet et V. Pachon ont constaté que l'addition de calcium aux solutions isotoniques de sels de sodium leur confère la faculté de maintenir le fonctionnement de l'appareil cardio-inhibiteur, que par elles-mêmes elles suppriment, en circulation artificielle à travers le cœur. — MM. L. Le Sourd et Ph. Pagniez ont noté une augmentation brusque du nombre des leucocytes dans l'asphyxie aiguë. — M. A. Sézary montre que la tuberculose chronique détermine progressivement l'hypoépinéphrie, puis la sclérose des surrénales, quelquefois après un stade passager d'hyperépinéphrie. — M. L. Launoy a observé que les particules fines injectées dans le péritoine du cobaye mâle se localisent non seulement au niveau de l'épiploon, mais encore sur la séreuse qui revêt le muscle testiculaire. — M. Cl. Regaud décrit les mitochondries des cellules de la lignée spermatique. — MM. A. Gilbert et A. Baudouin proposent un nouveau procédé pour obtenir, chez l'homme, du sang pour les recherches chimiques. — M. M. Ascoli a constaté que les phénomènes d'anaphylaxie passive, par injection de sérum d'animaux anaphylactisés à des animaux neufs, sont très inconstants et rarement prononcés d'une façon décisive en ce qui concerne la toxine typhique. — M. S. Marbé a reconnu que le nombre des microbes phagocytés par les leucocytes des myxœdémateux soumis au traitement thyroïdien est constamment plus grand que celui des microbes phagocytés par les leucocytes normaux. — MM. G. Guillain et A. Gy ont étudié les lésions des cellules nerveuses corticales dans l'intoxication tabagique expérimentale : ce sont surtout la chromatolyse et la vacuolisation. — MM. M. Weinberg et A. Vieillard ont rencontré, sur 1.511 chevaux, des lésions athéromateuses dans 7,6 °/₀ des cas. Les plaques calcaires présentent, en général, un aspect analogue à celui de l'athérome spontané du lapin. — M. M. Jungano a isolé des matières fécales d'une jeune fille atteinte de constipation opiniâtre un microbe anaérobie strict qu'il nomme *B. parvus liquefaciens*. — M. C. Fleig recherche dans l'urine les chromogènes du bleu de méthylène par H^2O^2 et le persulfate d'ammoniaque en milieu acide. — MM. Le Noir et J. Camus ont reconnu que les poussières sèches des salles de tuberculeux sont encore dangereuses, quoique les bacilles y soient rares et peu virulents. — M. E. Feuillié déduit de ses expériences que la production de l'ictère serait impossible sans l'intervention du foie.

Séance du 19 Décembre 1908.

MM. Le Noir et J. Camus ont reconnu que, si la tuberculisation par des poussières bacilifères desséchées est possible, il faut en inoculer une quantité relativement grande pour obtenir des résultats positifs. — MM. Noica et S. Marbé ont vérifié chez le nourrisson que ce sont les réflexes tendineux qui apparaissent les premiers et ensuite les réflexes cutanés. — M. M. F. Guyer a observé que, chez les hybrides des Phasianidés, le produit appartient presque toujours au sexe mâle. — MM. Weinberg et Parvu ont constaté que la présence des anticorps spécifiques, dans le sérum des porteurs de kystes hydatiques, coïncide avec une éosinophilie plus ou moins marquée. — MM. Cl. Gautier et T. Nogier décrivent divers procédés de différenciation de l'indol et du scatol et de caractérisation de ces corps dans leurs mélanges. — MM. A. Calmette, L. Massol et M. Breton montrent que, lorsqu'une nourrice fournit un lait qui a la propriété d'activer le venin de cobra, on doit suspecter chez elle l'existence de lésions tuberculeuses. — MM. Rieux, F. Arloing et de Lagoanère ont étudié l'action de diverses toxines, en particulier de la toxine typhique, sur le myocarde du lapin ; il se produit une véritable cardiolyse. — M. H. Busquet a constaté que, chez la grenouille, la ration d'entretien se réalise par ingestion de viande de grenouille avec un apport d'albumine plus faible que par ingestion de viande de veau ou de mouton. — MM. Léopold-Lévi et H. de Rothschild montrent que l'hyperthyroïdie joue un rôle assez important dans la maladie de Basedow. — MM. Ch. Achard et L. Ramond ont étudié l'activité de l'absorption leucocytaire par la coloration vitale au rouge neutre. La proportion la plus élevée d'éléments actifs s'est trouvée dans un cas

de cirrhose alcoolique. — MM. **J. Bergonié** et **L. Tribondeau** ont examiné les effets de la fulguration sur le rein normal du lapin ; ils sont les mêmes que sur le foie. — M. **Cl. Regaud** a reconnu que les formations mitochondriales de l'épithélium séminal ne sont pas histochimiquement identiques ; il a réussi à y distinguer trois formes différentes — M. **R. Legendre** a observé de nombreuses pinces fossiles de *Callianassa Faujasi* cassées à l'ischiopodite, ce qui semble montrer que l'autotomie existait déjà chez les Crustacés secondaires. — M. **Ch. A. François-Franck** décrit la technique graphique et chronophotographique qu'il a employée pour l'étude des mouvements et de la pression respiratoires des Batraciens. — M. **A. Brissemoret** montre que la juglone existe préformée, en tant que quinone, dans les feuilles fraîches de noyer, sans qu'on puisse encore affirmer si elle est libre ou combinée. — MM. **P. Mulon** et **E. Feuillié** ont constaté la présence de lécithine dans les cylindres leucocytaires granulo-graisseux de l'urine de deux malades atteints de néphrite ; elle semble être un produit de dégénérescence leucocytaire. — MM. **G. Dubreuil** et **Cl. Regaud** ont observé l'existence d'un rythme génital chez la lapine cohabitant avec le mâle, mais non chez la lapine isolée. — M. **H. Piéron** a reconnu que les phénomènes d'ascension et de descente des *Convoluta* relèvent de l'action de facteurs externes : lumière, humidité, pression de l'eau, chocs, sans qu'il y ait lieu de faire intervenir des tendances internes. — MM. **M. Garnier** et **L. G. Simon** montrent que, si le lapin digère la viande, il n'est pas capable de fixer dans ses tissus l'azote ainsi absorbé, qui passe, par suite, dans l'urine. — M. **V. Pachon** a constaté que, chez le chien, la systole auriculaire est un phénomène nettement séparé de la systole ventriculaire et absolument achevé quand entre en jeu l'activité ventriculaire. — M. **L.-A. Amblard** présente un sphygmométroscope pour l'étude de la tension artérielle. — MM. **A. Rodet** et **Lagriffoul** confirment l'action antibactéricide exercée *in vitro* par le sérum antityphique sur le bacille d'Eberth soumis à l'action du sérum frais d'un sujet neuf. — M. **E. Feuillié** propose de déterminer la résistance globulaire par trois coefficients : résistance absolue des globules lavés à NaCl ; résistance physiologique déterminée avec des gouttes de sang ; résistance des globules citratés.

La Société procède à l'élection d'un président pour cinq ans en remplacement de M. Giard. M. **Malassez** est élu. Le Bureau pour 1909 est ainsi constitué :

Vice-présidents : MM. **G. Weiss** et **F. Widal** ;

Trésorier : M. **J. Jolly** ;

Archiviste : M. **A. Pettit** ;

Secrétaires : MM. **J. Camus, Ch. Gravier, A. Mayer, Et. Rabaud.**

RÉUNION BIOLOGIQUE DE BUCAREST

Séances des 17 *Novembre et* 3 *Décembre* 1908.

M. **J. Athanasiu** a inscrit le travail musculaire volontaire, en régime permanent, avec l'ergographe double à bille ; il a constaté que la vitesse de soulèvement n'est pas constante. — M. **V. Babes** montre que les paralysies au cours du traitement antirabique ne sont pas dues à un agent toxique de la substance nerveuse normale, mais plutôt à des toxines rabiques. — MM. **V. Babes** et **S. Bobes** ont reconnu que le procédé de Fermi (traitement antirabique par les émulsions phéniquées) donne des résultats très inconstants chez le lapin. — MM. **J. Bruckner** et **A. Jianu** ont observé une disparition rapide de la graisse des capsules surrénales chez le chien après que la sécrétion externe du pancréas a été détournée de son chemin par une fistule. — M. **D. Calugareanu** a constaté que la conductibilité électrique du plasma sanguin, du plasma musculaire et du lait ne varie pas au cours de leur coagulation. Les ions Ca jouent donc un rôle purement physique. — MM. **M. Ciuca** et **C. Jonescu-Mihaiesti** montrent que le sérum des animaux vaccinés contre la trypsine renferme une sensibilisatrice spécifique active. — MM. **C. Parhon** et **M. Goldstein** ont reconnu que la quantité d'iode contenue dans le corps thyroïde est plutôt supérieure à la normale dans les cas d'ostéomalacie sénile. — MM. **A. Slatineanu** et **D. Danielopolu** ont constaté que la fixation de l'alexine, en présence d'extrait lépreux, par le liquide céphalo-rachidien des lépreux, est plus rare qu'avec le sérum sanguin.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE FRANCE

Séance du 11 *Décembre* 1908.

M. **J. Bougault**, au nom de M. **L. Bourdier** et au sien, fait une communication sur un *nouveau groupe de principes immédiats naturels*. Ces nouveaux composés sont constitués par l'association de molécules d'acides-alcools identiques ou différents, réunis par éthérification, la fonction acide d'une molécule éthérifiant la fonction alcool d'une autre molécule, suivant le schéma :

$$R.CHOH.CH^2)^{m}.CO^2.\underset{\underset{R'}{|}}{CH}.)CH^2)^{m}.CO^2.\underset{\underset{R''}{|}}{CH}.CH^2)^{n}.CO^2H.$$

Ces corps, auxquels ils donnent le nom générique d'*étholides*, rappellent tout à fait par leur constitution les *peptides* de E. Fischer. Les auteurs les ont rencontrés en abondance dans les cires des Conifères. Toutes les cires de Conifères qu'ils ont étudiées en sont formées, et il est vraisemblable qu'on doit les retrouver dans la plupart des plantes de cette grande famille. Ils décrivent deux acides-alcools simples qu'ils ont obtenus par saponification de ces étholides : l'acide *juniperique* $C^{10}H^{22}O^3$ (F. 95°), éther acétique (F. 63°), et l'acide *sabinique* $C^{12}H^{24}O^3$ (F. 84°), éther acétique (F. 43°). — M. **E. Fouard** communique les premiers résultats qu'il a obtenus dans l'étude de la gélification spontanée de l'amidon colloïdal. Utilisant la propriété des membranes de collodion, déjà décrite par l'auteur, d'exercer dans la filtration du colloïde une analyse moléculaire, il établit une loi de variation des extraits des filtrats, à diverses époques, pendant la gélification. Elle conduit à dégager ce fait que le phénomène étudié est corrélatif d'une certaine réaction de condensation moléculaire des éléments primitivement dissous. De plus, cette réaction est incomplète et rigoureusement réversible, ce que démontre une expérience de solubilisation spontanée de l'amidon colloïdal à température ordinaire. L'auteur en déduit une direction de recherche, destinée à préciser la nature de cette réaction, par l'étude systématique de l'action des alcalis et des acides sur le colloïde. Ses expériences établissent le caractère de solubilité réversible d'un colloïde organique, distinct de la propriété d'insolubilité absolue des colloïdes minéraux, mise en évidence par J. Duclaux. — M. M. **Delépine** donne des détails sur une préparation de l'aldéhyde crotonique par action de l'acide sulfurique sur les vapeurs d'aldéhyde. Après les manipulations convenables, on obtient 30 % d'aldéhyde crotonique et un peu d'un dimère $C^8H^{12}O^2$, bouillant vers 195°. Cette préparation peut être rendue infiniment plus facile en partant de paraldéhyde, moins chère et moins volatile. Le rendement atteint 34 %, soit 43 % de la théorie. Le dimère est une aldéhyde. Son oxime et sa semicarbazone cristallisent bien. En oxydant par l'acide nitrique les résines formées dans les réactions précédentes, on obtient passablement d'acide oxalique et un corps jaune amorphe, soluble en orangé dans l'ammoniaque. — M. A. Brochet présente, au nom de M. **F. Chancel**, un mémoire sur la théorie du « procédé à cloche ». L'auteur, prenant comme point de départ les phénomènes qui se passent à la cathode, arrive à des conclusions différentes de celles présentées, il y a quelque temps, par M. Brochet. Celui-ci se réserve de revenir prochainement

sur la question. — M. A. **Brochet** présente quelques recherches, qu'il a entreprises avec M. G. **Boiteau**, sur la transformation électrolytique de l'azote ammoniacal en azote nitrique. Les essais ont été faits en employant successivement des électrodes en charbon, en platine et en fer. L'électrolyte était constitué par une dissolution de carbonate ou de nitrate d'ammonium dans la solution d'ammoniaque pure du commerce. Les cathodes de fer sont attaquées très nettement; de plus, la réduction du nitrate dans ces conditions est très importante. Ces deux réactions se trouvent simultanément évitées par l'addition d'acide chromique à l'électrolyte. Le dispositif à électrodes bipolaires est tout indiqué pour la conduite de l'opération; malheureusement, le rendement baisse rapidement dès qu'il y a une certaine quantité de nitrate en solution. On ne peut donc arriver, de ce fait, à des résultats pratiques intéressants.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Séance du 3 Décembre 1908.

MM. **J. E. Marsh** et **R. de J. F. Struthers**, en agitant une solution aqueuse de K^2HgI^4 avec l'éther ou le formiate d'éthyle, ont obtenu le sel $KHgI^3$, qui forme avec le camphre un sel double $KHgI^3.4C^{10}H^{16}O$, F. 65°. — Les mêmes auteurs ont fait réagir les cétones avec HgI^2 en solution potassique froide. L'acétone donne le composé $C^3OHg^2I^4$, la diéthylcétone le corps $(CH^3.CHg^2I^2)^2CO$, l'acétophénone le composé $HgI.C^6H^5.CO.CHg^2I^2$. Tous ces corps sont des précipités jaunes. — Enfin les mêmes auteurs ont condensé le camphre avec HgI^2 et ont obtenu six composés différents. — MM. **E. C. C. Baly**, **J. N. Collie** et **H. E. Watson** ont examiné le spectre d'absorption de la diméthylpyrone, de l'acide chélidonique, de l'éthyl-diacétylacétone, etc. Il varie souvent avec le solvant, ce qui semble montrer que ces composés peuvent exister sous plus d'une forme. Les pyrones et leurs dérivés simples paraissent contenir un pont d'oxygène, l'oxygène étant quadrivalent. — M. **G. T. Morgan** et Mlle **F. M. G. Micklethwait**, en faisant réagir $AsCl^3$ sur le camphre sodé, puis précipitant par les acides l'extrait alcalin du produit de la réaction, ont obtenu l'acide dicamphorylarsinique $HO.OAs(C^{10}H^{15}O)^2$, F. 266°, $[\alpha]_D = 186°,6$. — M. **H. E. Cocksedge**, en chauffant $TeBr^4$ avec $AgCAz$ pendant plusieurs jours dans le benzène, a obtenu par extraction à l'éther et évaporation des cristaux de $2\,Te(CAz)^2.(C^2H^5)^2O$, qui, sublimés dans le vide, donnent le cyanure pur. — Le même auteur, en faisant réagir BBr^3 sur le thiocyanate d'argent en solution benzénique, a obtenu le thiocyanate de bore $B(SCAz)^3$. — MM. **A. E. Dunstan** et **R. W. Wilson** ont déterminé la courbe concentration-viscosité de divers mélanges $d'H^2SO^4$ et SO^3; ils trouvent un maximum pour le mélange $H^2SO^4.SO^3$. — M. **A. Holt jun.** a constaté que CO^2 soigneusement desséché est décomposé par la décharge électrique silencieuse, et en proportion d'autant plus grande que la pression est plus faible. C'est le contraire qui se produit pour CO^2 humide. A basse pression, la décharge silencieuse paraît agir comme la lumière ultra-violette, à pression plus haute comme l'étincelle. — MM. **H. O. Jones** et **H. S. Tasker** ont préparé le chlorure d'oxalyle par la méthode de Fauconnier; le rendement est très faible, mais peut être fortement accru en opérant à 160° sous pression. La majeure partie du chlorure d'oxalyle distille à 70°; il contient 3 °/o de $POCl^3$. Le chlorure d'oxalyle réagit vigoureusement avec les amines primaires et secondaires en formant des oxamides substituées; avec les amines tertiaires, il donne des produits d'addition. — M. **R. B. Moore** a préparé du xénon et du krypton purs des résidus de 120 tonnes d'air liquide. Leurs densités sont respectivement 65,35 et 41,506, ce qui donne pour les poids atomiques 130,70 et 83,012 (O = 16). — MM. **W. M. Gardner** et **H. H. Hodgson** ont étudié l'action des réducteurs suivants : Zn, Na, Mg, Al, $Na^2S^2O^3$ et HI, sur les acides tannique et gallique. En solution acide ou neutre, l'action est faible; en solution alcaline, la réduction est rapide, mais le rendement en acide benzoïque n'est pas quantitatif, par suite de la destruction lente de ce dernier par les réducteurs alcalins. — Les mêmes auteurs décrivent une méthode de détermination de l'acide tannique, basée sur l'absorption de l'iode par ce dernier et l'estimation de l'excès d'iode ajouté. — MM. **E. Fitzgerald** et **A. Lapworth** présentent quelques considérations sur la catalyse des éthers et la conception de l'ion H dans la catalyse, la formation des sels et la conductivité électrolytique.

SOCIÉTÉ ALLEMANDE DE PHYSIQUE

Séance du 5 Novembre 1908.

M. **G.-J. Elias** adresse un Mémoire *sur la dispersion anomale de la polarisation rotatoire magnétique*. Les expériences antérieures de l'auteur, faites par la méthode des demi-ombres, avaient démontré la nécessité d'employer une lumière homogène et intense et des intervalles spectraux aussi petits que possible. Dans ses expériences nouvelles, il se sert, comme source de lumière, du Soleil, dont les rayons incidents, sous un rapport d'ouverture de 1/4, sont décomposés à l'aide d'un appareil spectral auto-collimateur; c'est la fente de sortie de cet appareil à grande intensité lumineuse qui fonctionne comme source de lumière très mono-chromatique. L'auteur étudie les quatre séries d'éléments paramagnétiques examinés dans un travail antérieur au point de vue de l'influence de la température et de l'aimantation sur les spectres sélectifs d'absorption et de fluorescence[1]. Les anomalies constatées sont particulièrement frappantes dans le cas des terres rares, pour lesquelles l'auteur reproduit un certain nombre de courbes très instructives. Bien qu'il n'ait pas encore été en mesure de mettre au point l'ensemble de ses résultats, il croit pouvoir affirmer que la rotation, dans bien des cas, ne change pas de signe. — M. **J. Traube** adresse un Mémoire très détaillé *sur la pression d'adhésion* (*Haftdruck*). Des expériences de E. Overton, d'une part, et de ses propres recherches, de l'autre, il tire la conclusion suivante : La direction et la vitesse d'osmose entre deux solutions aqueuses de substances quelconques, séparées par une membrane, sont déterminées par la différence de leurs tensions superficielles par rapport à l'air. La solution à tension superficielle inférieure (par conséquent à pression intérieure moindre) et surtout les composants diminuant la tension superficielle de l'eau présentent une tendance à diffuser vers la solution de plus grande pression intérieure. Dans le cas le plus général, la direction et la vitesse sont déterminées non pas seulement par la tension superficielle des solutions, mais encore par les facultés d'absorption et de dissolution de la membrane elle-même. L'auteur appelle « *pression d'adhésion* » la pression sous laquelle la substance dissoute adhère au dissolvant; celle qui correspond à une molécule de matière dissoute dans un litre de solution serait la *pression d'adhésion moléculaire*. Or, suivant la théorie de van t'Hoff, l'allure de l'osmose serait déterminée par le nombre de particules de la substance dissoute et non pas par sa qualité. L'auteur substitue à cette théorie, infirmée du reste par bien des phénomènes d'ordre surtout physiologique, les principes suivants : En dehors du nombre de particules, la pression d'adhésion détermine l'allure du processus osmotique; ce n'est que dans le cas de l'égalité des pressions d'adhésion pour les substances dissoutes des deux côtés de la membrane que l'équilibre des forces osmotiques s'établit si les nombres de particules sont égaux. Un autre chapitre du Mémoire contient les mesures de pressions d'adhésion faites sur la base de détermina-

[1] *Ann. d. Physik*, (4), t. XXVII, p. 233, 1908.

tions capillaires encore inédites. Dans un autre ordre d'idées, il paraît que la faculté d'hydratation augmente à mesure que s'accroît la pression d'adhésion. La solubilité (ainsi que la pression de solution) d'une substance dépend également de la différence qui existe entre sa pression d'adhésion en solution et sa pression intérieure. A solubilité égale, les pressions intérieures de deux substances sont entre elles comme les pressions d'adhésion, et, à pression intérieure égale, le composé à pression d'adhésion supérieure présente la solubilité la plus grande. La courbe reliant les tensions superficielles avec les concentrations est déterminée par la seule tension superficielle de la substance dissoute. En se basant sur les recherches de nombreux auteurs antérieurs, qui contredisent la théorie si simple de la solubilité donnée par Nernst, l'auteur résume les relations très intimes qui existent entre les modifications de solubilité, d'une part, et la tension superficielle ainsi que la pression interne, de l'autre. Les substances à pression d'adhésion négative, c'est-à-dire celles qui diminuent la tension superficielle du dissolvant, éprouvent une diminution de solubilité sous l'action des corps à pression d'adhésion positive, et inversement pour ceux à pression négative. Lorsque plusieurs sels, c'est-à-dire plusieurs substances à pression d'adhésion positive, se trouvent en présence dans une même solution, la solubilité se déplace au détriment du sel à moindre pression d'adhésion. L'albumine et d'autres colloïdes à poids moléculaire considérable n'exercent aucune influence sur la tension superficielle de l'eau, leur pression d'adhésion, ainsi que celle des particules suspendues, étant exactement ou approximativement nulle. Dans un autre chapitre, consacré aux relations qui existent entre l'absorption, le coefficient de répartition et la pression d'adhésion, l'auteur établit une allure en général parallèle de ces trois facteurs. En amenant une solution, à dissolvant organique analogue au benzène, au contact de l'eau, une répartition ne se produit que dans le cas où la pression d'adhésion du corps par rapport à l'eau est inférieure à une valeur maxima, au delà de laquelle il est absorbé entièrement par l'eau. Lorsque, au contraire, la pression d'adhésion par rapport à l'eau est nulle, la substance reste intégralement dissoute dans le benzène. Quant aux relations entre la pression de vapeur et la pression d'adhésion, l'auteur fait remarquer que, pour les substances d'un point d'ébullition identique, la pression de vapeur doit être d'autant plus grande que la pression d'adhésion est plus faible, tandis qu'à égalité de pression d'adhésion la pression de vapeur est d'autant plus considérable que le point d'ébullition est plus bas. Des relations analogues existent entre le point de congélation et la pression d'adhésion. Quant aux phénomènes électriques, l'auteur énonce cette règle générale que la vitesse des cations est, en général, d'autant plus considérable que la pression d'adhésion du sel est plus petite, et inversement pour les vitesses des anions. Plus la pression d'adhésion des anions est grande, et plus la tension de décomposition est considérable. Aussi la théorie future des piles galvaniques devra-t-elle être basée exclusivement sur la pression intérieure des éléments composant les électrodes et la pression d'adhésion des électrolytes. La chaleur spécifique est, à son tour, liée à la pression d'adhésion, croissant, dans la série des anions, à mesure qu'augmentent les pressions d'adhésion, et inversement pour les cations. La chaleur de neutralisation se trouve dépendre du degré d'ionisation aussi bien que de la différence de pressions d'adhésion entre l'acide, d'une part, et la base ou le sel, de l'autre. Plus une substance adhère fortement au dissolvant, plus son degré d'ionisation est grand. L'auteur indique encore les relations se rapportant à la rotation du plan de polarisation, à l'absorption lumineuse ou chromatique et aux accélérations de réaction. La théorie du covolume lui donne un nouveau moyen de détermination quantitative de la pression d'adhésion et lui permet d'établir pour les solutions une équation des états, d'où il résulte que le produit de la pression d'adhésion par le covolume, à savoir le travail d'adhésion, est égal à RT. La pression d'adhésion et le covolume présentent une allure en général parallèle. D'autre part, pour les substances réduisant la tension superficielle de l'eau, le volume moléculaire, la constante b, mais surtout le volume de solution moléculaire, sont sensiblement proportionnels à la racine carrée de la pression d'adhésion. Suivant une règle établie par l'auteur, les réfractions moléculaires des substances à pression d'adhésion peu élevée sont approximativement proportionnelles aux pressions d'adhésion. Il établit également une liaison entre la valence chimique et la pression d'adhésion. En première approximation, les racines carrées des pressions d'adhésion sont proportionnelles à la somme des valences. Suivant l'opinion de M. Traube, la pression d'adhésion déterminerait en premier lieu le pouvoir et le degré d'ionisation. Tandis que les molécules d'une substance non conductrice, dissoute dans l'eau, doivent se rendre d'une particule aqueuse à l'autre, en s'associant à elle d'une façon passagère, les molécules de sel, tout en se contentant bien souvent d'une particule d'eau, doivent, en solution concentrée, en raison de la pression d'adhésion élevée de la plupart des ions, fixer une particule aqueuse pour chaque équivalent d'ion. C'est ainsi qu'on se passerait parfaitement des hypothèses fondamentales d'Arrhenius, inadmissibles dans l'opinion de l'auteur.

Séance du 20 Novembre 1908.

M. F. **Kiebitz** rend compte de ses *recherches sur la radiotélégraphie dirigée*. Dans une expérience d'interférence faite sur des ondes hertziennes de 1 mètre de longueur, l'auteur se servait de transmetteurs de Hertz distants d'une demi-longueur d'onde, qu'il excitait à amplitude égale pour donner des vibrations d'une différence de phase d'une demi-période. Les effets de ces transmetteurs s'ajoutaient suivant la droite réunissant les deux transmetteurs, mais se compensaient en direction normale. Or, en adaptant cette expérience à la télégraphie sans fil, on se heurte à de grandes difficultés techniques pour assurer une excitation efficace d'antennes disposées à la distance si grande d'une demi-longueur d'onde. D'autre part, toute variation de la longueur d'onde obligerait à modifier la distance séparant les mâts ou les tours. Aussi, dans le présent Mémoire, l'auteur abandonne-t-il la condition relative à la distance des antennes. Les rayonnements se compensent, en effet, quelle que soit cette distance, suivant la droite les réunissant, pourvu que les rayonnements vibrent avec une différence de phase de 180 degrés. Dans la direction normale à celle-ci, le rayonnement s'approche d'autant plus du double du rayonnement d'une antenne (ou de zéro) que la distance des antennes coïncide plus exactement avec un multiple impair (ou pair) de la demi-longueur d'onde. D'autre part, M. Kiebitz réussit à démontrer que deux antennes excitées pour rendre des vibrations d'une différence de phase d'une demi-période, à quelque distance l'une de l'autre et immédiatement au-dessus de la surface de la terre, présentent un maximum de rayonnement dans le plan des antennes. Cette même proposition vient, du reste, d'être formulée par Bellini et Tosi. Dans ses expériences, l'auteur se sert de stations de transmission et de réception, munies de 1, 2 ou 3 antennes de 8 mètres de longueur, accordées pour une longueur d'onde constante de 100 mètres, et qui, avec une dépense d'énergie de 25 watts, permettent de continuer les observations jusqu'à plusieurs kilomètres de distance. Ces expériences font voir, d'autre part, que la lumière du Soleil n'occasionne pas de modifications appréciables.

ALFRED GRADENWITZ.

Le Directeur-Gérant : LOUIS OLIVIER.

Paris. — L. MARETHEUX, imprimeur, 1, rue Cassette.

20e ANNÉE N° 2 30 JANVIER 1909

Revue générale des Sciences pures et appliquées

DIRECTEUR : **LOUIS OLIVIER**, Docteur ès sciences.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. L. OLIVIER, 18, rue Chauveau-Lagarde, Paris. — La reproduction et la traduction des ouvrages et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et dans tous les pays étrangers, y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Astronomie

L'observation systématique des traînées météoriques persistantes. — Tout récemment, M. Trowbridge, professeur à l'Université Colombia, à New-York, a abordé le problème des traînées météoriques persistantes et est arrivé à des résultats très intéressants sur la hauteur, les dimensions et la durée de ces phénomènes, jusqu'ici absolument inexpliqués. D'ailleurs, sur ce sujet, les documents sont peu nombreux et il serait à souhaiter que des observations systématiques et exactes des traînées météoriques persistantes fussent entreprises.

C'est ainsi qu'on pourrait espérer résoudre les problèmes suivants : la cause de la luminosité propre apparente des traînées météoriques; la hauteur de l'atmosphère de la Terre, par la mesure exacte des traînées télescopiques; la densité de cette atmosphère à une hauteur de 80 à 100 kilomètres, par une comparaison directe avec la pression nécessaire à la production de la phosphorescence des gaz, si la traînée météorique est une lueur du même genre; la direction et la vitesse des courants atmosphériques aux grandes hauteurs; enfin, la relation possible entre les mouvements de l'atmosphère à ces grandes altitudes et la pression barométrique.

Mais, pour faire œuvre utile, il faut que les observateurs apportent à l'étude des phénomènes une très grande exactitude et ne négligent aucun des détails accessoires qui, à première vue, pourraient paraître insignifiants. M. Trowbridge donne à ce sujet de très importantes indications, dont tout astronome fera bien de tirer profit. Ces indications portent soit sur l'observation du noyau du météore, soit sur la traînée; dans l'apparition d'une étoile filante laissant une traînée, on peut, en effet, distinguer facilement deux phénomènes : le noyau lui-même ou, si l'on veut, le corps chaud en mouvement et sa traînée d'étincelles, d'une part, et, d'autre part, les faits se rapportant à la traînée persistante proprement dite, qui peut rester visible quelques secondes ou même un assez grand nombre de minutes. En faisant ces distinctions, on évite beaucoup de confusion dans la description des phénomènes et l'on en facilite l'étude théorique.

Voici, d'ailleurs, d'après M. Trowbridge, les différents points sur lesquels doit porter l'attention de l'observateur :

1° *Observations concernant le noyau du météore* :

Noter le moment de l'apparition du noyau du météore et la durée de sa trajectoire visible;

Fixer le point radiant et donner le nom du météore (dire s'il appartient au groupe des Léonides, des Perséides, etc.);

Déterminer la couleur du noyau, la longueur de la trajectoire, la longueur de la portion de la traînée par rapport à la trajectoire entière.

2° *Observations de la traînée persistante* :

Couleur de la traînée immédiatement *après* la disparition du noyau et *tout changement de couleur* de la traînée durant tout le temps qu'elle reste visible;

Longueur et largeur de la traînée en degrés et minutes d'arc, immédiatement après la disparition du noyau, et sa position dans le ciel par rapport à des étoiles facilement identifiables;

Observer à de courts intervalles de temps les changements de dimensions de la traînée en degrés et faire, si possible, une série de dessins, indiquant les changements successifs dans la forme de la traînée. *La largeur de la traînée*, ou une partie, *à des intervalles successifs de temps*, est de la plus haute importance, puisqu'elle indique *la vitesse de diffusion de la masse gazeuse*;

Le déplacement ou dérivation de la traînée en degrés avec le moment correspondant. Dans ce but, on doit choisir *une portion brillante de la traînée vue dès l'origine*. Il faut également noter la direction de cette dérivation *par rapport à la surface de la Terre*, et, dans le cas d'observations simultanées en plusieurs stations, si les calculs de la vitesse sont faits en kilomètres, ils doivent être ainsi mentionnés.

Il faut noter également si l'intensité de la lumière de la traînée est : *a*) uniforme, *b*) très brillante à l'extérieur, *c*) très brillante au centre, et le moment de cette observation après la première apparition du météore;

Dire si la traînée augmente d'éclat, car le fait semble se produire souvent. L'observateur veillera attentivement à ne pas prendre pour une augmentation d'intensité une augmentation dans les dimensions de la traînée;

Faire des observations spectroscopiques concernant la présence et la position dans le spectre d'une raie dans le jaune et d'une ou deux raies dans le vert;

Enfin, noter la durée de visibilité de la traînée à l'œil nu et au télescope.

Il est évident que, dans ces recherches, la qualité des matériaux apportés est préférable à la quantité et qu'il vaudrait mieux laisser de côté un ou plusieurs points si l'exactitude de l'ensemble devait en souffrir.

Th. Moreux,
Directeur de l'Observatoire de Bourges.

§ 2. — Mécanique appliquée

L'état actuel de la batellerie en France. — Le Ministère des Travaux publics a fait opérer, le 25 mai 1907, sur tout le réseau intérieur de navigation, un recensement qui a porté sur tous les bateaux de transport ordinaires ou à propulsion mécanique, jaugeant au moins 3 tonnes, ainsi que sur les bateaux de plaisance actionnés par un moteur.

Le total des bateaux recensés est de 15.310, jaugeant 3.841.745 tonnes. Au point de vue du tonnage, la répartition est la suivante : 7.850 bateaux (51 °/o) de plus de 300 tonnes; 2.405 (16 °/o) de 200 à 300 tonnes; 1.522 (10 °/o) de 100 à 200 tonnes; 3.533 (23 °/o) de 3 à 100 tonnes.

Quant à l'origine, 2.649 bateaux appartenaient à des propriétaires étrangers : 2.204 étaient belges et 400 étaient allemands. La plupart étaient utilisés pour le transport des houilles destinées à notre consommation industrielle.

Sur les 12.661 bateaux français, 610 étaient à propulsion mécanique, jaugeant 33.511 tonnes et représentant une force de 77.166 chevaux-vapeur; 125 étaient actionnés par des roues à aubes et 485 au moyen d'une hélice; 170 servaient pour le transport des voyageurs; les autres, destinés au service des marchandises, se partageaient en 103 bateaux porteurs, 284 remorqueurs et 53 toueurs.

L'évolution du matériel tend vers l'emploi plus fréquent du remorqueur. Le bateau porteur, avec ses dix à quinze hommes d'équipage, fait une grosse dépense improductive, quand il stationne dans les ports; tandis que le remorqueur peut travailler sans arrêt pendant que le chaland supporte les manutentions nécessaires à son chargement et à son déchargement. Le touage reste à l'état d'exception, car l'établissement de la chaîne ou du câble comporte une importante dépense préalable, indépendante du trafic; un des principaux avantages du remorquage consiste justement dans le fait que la dépense de premier établissement peut se proportionner exactement au trafic.

Le dernier recensement a permis de constater qu'à la suite de l'unification des canaux et rivières canalisées, la capacité moyenne des bateaux s'est accrue; il en résulte une réduction de l'effort de traction ainsi que du personnel nécessaire; là encore, la concentration provoque une diminution des frais généraux et un abaissement du fret.

Les bateaux pontés (10.039) sont de beaucoup les plus nombreux; ils dominent sur les voies du Nord, où le trafic est le plus intense. La plupart sont encore construits en bois; les bateaux en fer (1.207 en 1902, et 1.396 en 1907) augmentent lentement; nous touchons ici, en particulier, à l'une des causes de l'infériorité de la navigation fluviale en France : l'état arriéré de son matériel.

Les bateaux recensés portent une population de 45.559 personnes, qui a été oubliée par la loi d'hygiène de 1902. Dans un Rapport présenté en juillet dernier à l'Académie des Sciences, M. le Professeur Chantemesse a signalé le fait que ces maisons flottantes constituent des types d'habitations insalubres, très dangereuses, qui jouent un rôle considérable dans la transmission des maladies contagieuses.

Le recensement a compté, en outre, 4.512 animaux de trait, dont 2.393 chevaux, 152 mulets et 1.967 ânes. Ce chiffre montre que le halage à col d'homme est encore largement répandu, principalement sur les canaux du Centre.

Un des grands inconvénients de la batellerie française réside dans son manque d'organisation, de cohésion, et le fait est d'autant plus grave que nous sommes ici sous le régime de la petite entreprise : sur 7.678 propriétaires, 5.995 ne possèdent qu'un seul bateau, qu'ils conduisent généralement eux-mêmes; 7.340 ont moins de quatre bateaux. La seule grande entreprise de transports fluviaux est la Compagnie Havre-Paris-Lyon-Marseille, qui possède 426 bateaux et jouit d'un monopole de fait pour la navigation du Rhône.

Enfin, sur les 15.310 bateaux recensés, 8.020 étaient en cours de route et 7.290 en stationnement. Parmi les bateaux en mouvement, 5.527 étaient chargés, et 2.493 naviguaient à vide. L'absence d'organisation en vue de la recherche du fret, le manque d'outillage dans les ports fluviaux, font que le matériel reste trop longtemps inutilisé : tandis que la batellerie utilise huit fois la capacité de son matériel, le chemin de fer la fait servir quarante-trois fois.

Pierre Clerget,
Professeur à l'Ecole supérieure de Commerce de Lyon.

A propos du vol des oiseaux. — M. Ch. Weyher nous signale que, dans son article : « Oiseaux et Aéroplanes », paru dans la *Revue* du 30 décembre 1908, il a omis un alinéa important. Voici ce passage, qui doit être placé au bas de la page 975, 2e colonne, après les mots : « convenablement à la main ».

« Mais le martinet nous en donne la preuve éclatante; en effet, à l'encontre de tous les autres oiseaux et même des hirondelles ordinaires qui se propulsent en battant des deux ailes en même temps, le martinet, lui, relève toujours une de ses ailes pendant qu'il abaisse l'autre. Cette simple remarque suffit à démontrer que l'oiseau est aussi bien appuyé sur l'aile qui remonte que sur celle qui descend, car autrement il pivoterait à chaque coup autour de son axe longitudinal. »

§ 3. — Physique

La charge spécifique des ions émis par les corps chauffés. — Depuis les expériences faites, en 1899, par J.-J. Thomson, la valeur de la charge spécifique (charge par unité de masse) a été déterminée par de nombreux auteurs, pour les ions négatifs émis par différents corps chauffés, avec des résultats approximativement identiques pour chacun d'entre eux. Ces ions seraient, par conséquent, des électrons, identiques pour toutes les substances. Mais la quantité correspondante pour les ions positifs émis par les corps chauffés n'a été jusqu'ici que peu étudiée; la valeur de 400, déterminée par l'auteur précédent, correspondrait à peu près au cas où les ions seraient des atomes de fer, porteurs d'une charge égale à celle de l'ion hydrogène dans l'électrolyse.

Dans un récent Mémoire, M. O.-W. Richardson[1], professeur à l'Université de Princeton, décrit les expériences qu'il vient de faire à ce sujet. Les valeurs moyennes trouvées dans le cas du platine et du carbone sont de 384 et 353 respectivement, et les rapports de la masse de l'ion à celle de l'atome d'hydrogène, étant de 25,7 et 27,6 respectivement, sont sensiblement identiques entre eux et avec la quantité correspondante trouvée, pour le fer, par M. J.-J. Thomson.

Il est difficile d'établir la vraie nature des ions, mais les valeurs trouvées par l'auteur permettent d'écarter *a priori* certaines d'entre les hypothèses jusqu'ici proposées. Il ne saurait, en effet, s'agir ni d'atomes de métal (en raison de la grande variation de m qui s'ensuivrait), ni d'atomes ou de molécules d'hydrogène absorbé (en raison de la valeur trop grande du quotient

[1] *Philos. Mag.*, n° 95, 1908.

m/H), ni, pour une raison analogue, d'électrons positifs (établis par Thomson dans les rayons-canal et qui, suivant d'autres physiciens, constitueraient les rayons α).

D'autre part, l'auteur établit l'homogénéité presque parfaite des ions et l'absence de tout élargissement dans le champ magnétique. Les ions doivent être, en majorité au moins, d'un poids relativement élevé. La valeur de e/m, malgré une tendance assez incertaine d'accroissement de m, ne doit pas présenter de relation bien définie avec la température du corps chauffé.

Les valeurs de m/H sont approximativement identiques aux poids moléculaires de Az^2, CO et O^2, sans qu'on puisse comprendre pourquoi toutes les substances en essai émettraient, pendant l'échauffement, l'un ou plusieurs de ces gaz. La plus grande partie du gaz émis par les métaux chauffés semble, en effet, se composer d'hydrogène. Il est possible que les ions soient produits par quelque impureté, commune à toutes les matières soumises à l'expérience; dans l'hypothèse où ce seraient des atomes de sodium positivement chargés, l'on obtiendrait, en effet, une valeur de e/m s'approchant d'assez près de la valeur constatée par l'auteur.

Si l'ionisation positive dans le vide était due à quelque composant réel commun aux différents éléments soumis à l'expérience, et non pas à une substance étrangère dont la présence serait fortuite, il faudrait admettre que les ions transportent une charge inférieure à la charge électronique e fondamentale. La valeur de m/H, pour ces ions, est, en effet, supérieure au poids atomique du carbone, l'une des substances qui leur donnent naissance.

L'auteur continue les expériences résumées ci-dessus, en les étendant à d'autres éléments.

Recherches diélectriques sur le mica. — Dans une thèse récemment présentée à l'Université de Greifswald, M. E. Mattenklodt s'est proposé d'étudier l'influence des champs électriques d'intensité élevée sur les phénomènes diélectriques que présente le mica. La valeur considérable de la plupart des constantes diélectriques rendait probable l'existence d'un parallélisme réel entre les phénomènes diélectriques et ceux que présentent les corps ferromagnétiques. D'autre part, l'on a pas réussi encore à démontrer l'existence d'une véritable hystérèse diélectrique, ni d'une relation entre la diélectricité et l'intensité du champ. L'auteur étudie ce dernier problème dans le cas du mica (moscovite), substance bien définie et chimiquement assez homogène. Incidemment, il recherche l'influence de la température sur la cohésion diélectrique de ce corps.

Comme la cohésion diélectrique du mica, pour des intensités de champ allant jusqu'à 600.000 volts/cm., ne subit pas de variations sensibles, il ne convient pas d'établir de parallélisme entre les phénomènes diélectriques du mica et les phénomènes magnétiques du fer; cette constance de la cohésion diélectrique exclut aussi toute possibilité de l'existence d'une hystérèse diélectrique véritable. D'autre part, l'auteur n'a pu constater l'existence d'un coefficient de température différent de 0, même en se servant d'un intervalle de 30° et en assurant une précision de 10^{-4}.

Les variations souvent très considérables de la constante diélectrique du mica, constatées d'un échantillon à l'autre, paraissent être dues en grande partie à la composition chimique et peut-être à la teneur en eau. Les échantillons étudiés par l'auteur présentent des valeurs variables entre 7,1 et 7,7.

En raison de l'indépendance établie entre la cohésion diélectrique du mica, d'une part, et l'intensité du champ et la température, de l'autre, s'ajoutant aux propriétés si précieuses constatées par M. Bouty, cette matière se prête particulièrement à la confection des condensateurs-étalons.

§ 4. — Électricité industrielle

Le Problème téléphonique actuel en France. — Nous recevons de M. E. Mercadier, directeur des Etudes à l'Ecole Polytechnique, la lettre suivante :

Monsieur le Directeur,

Dans un article sur le *Problème téléphonique actuel en France*, paru dans le numéro de votre *Revue* du 30 décembre 1908, M. Turpain, professeur à la Faculté des Sciences de Poitiers, consacre la plus grande partie de son travail à une diatribe virulente contre l'Ecole Polytechnique et les ingénieurs des Télégraphes qui sortent de cette Ecole.

Ancien directeur ou même professeur de la trentaine d'ingénieurs des Télégraphes actuellement en fonctions, permettez-moi, dans cette Revue qui possède une si grande autorité et qui est répandue dans le monde entier, de protester énergiquement contre le procédé qui consiste, à propos d'un accident déplorable dont la cause est encore inconnue, à décerner un brevet d'incapacité organisatrice et d'ignorance technique à tout un personnel d'ingénieurs.

« Si encore l'auteur de l'article en question possédait sur ces deux points une compétence suffisante; mais il est permis d'en douter.

« En tout cas, pourquoi attaquer à ce propos l'Ecole Polytechnique? Pourquoi profiter d'une sorte de calembour, en attribuant ici au mot *technique* le sens particulier qu'il a actuellement et qui comporte une spécialisation professionnelle, au lieu du sens tout à fait général qu'il avait en 1795? On a ainsi l'air de donner à entendre que cette Ecole fait des *ingénieurs*, tandis qu'elle ne fait que des *élèves*-ingénieurs, qui ne deviennent *techniques* qu'après avoir travaillé deux ou trois ans dans de véritables Ecoles techniques (dites d'application), comme celles des Ponts et Chaussées, des Mines, des Postes et Télégraphes, etc. Si cette Ecole est aussi *néfaste*, aussi funeste au pays que l'affirme l'auteur de l'article, comment se fait-il que le Parlement lui ait accordé, il y a quelques jours, la déclaration d'utilité publique et la personnalité civile?

« Mais je m'arrête ici, en songeant que l'outrance même des attaques de M. Turpain suffit pour les réfuter. Vous avez d'ailleurs vous-même, M. le Directeur, indiqué ce point de vue dans les trois notes inscrites au bas des pages 979, 980, 981 de l'article en question et formulé des réserves nécessaires.

Veuillez agréer, etc.

« **E. Mercadier,**
Ex-Ingénieur des Télégraphes,
Directeur des Etudes à l'Ecole Polytechnique. »

Nous recevons, d'autre part, de M. Estaunié, ingénieur des Télégraphes, les remarques suivantes sur la même question :

« Monsieur le Directeur,

« Dans un article sur le problème téléphonique en France, paru dans le numéro du 30 décembre dernier, M. Turpain, très courtoisement d'ailleurs, a cru devoir me mettre personnellement en cause et inférer, du fait qu'un Traité publié par moi en 1904 ne parle point des multiples automatiques, que « tous les ingénieurs français ignorent ce système ou feignent de l'ignorer ».

« Il y a là une généralisation vraiment un peu hâtive et contre laquelle j'ai le devoir de protester.

« Si, dans un ouvrage élémentaire, exclusivement destiné à décrire au personnel le matériel alors en usage, j'avais introduit la description d'appareils non encore utilisés en France, M. Turpain m'aurait à bon droit accusé d'un manque de méthode et trouvé plus dilettante que de raison.

« En revanche, mieux informé, M. Turpain aurait appris que le Gouvernement français, le premier en Europe, fit un essai de l'appareil Strowger, qu'actuel-

lement encore il expérimente l'appareil Lorimer, qu'il n'ignore pas, enfin, et suit de très près les expériences similaires en cours, soit en Autriche, soit en Allemagne. Enfin, s'il désire être renseigné sur les origines de ce problème et l'importance qui lui fut accordée dès le début par l'Administration française, je me permettrai de signaler à M. Turpain une série d'articles publiés sous ma signature, *dès* 1889, dans les *Annales Télégraphiques*, et intitulés : « Stations téléphoniques automatiques ».

« Veuillez agréer... « **E. Estaunié**,
Ingénieur des Télégraphes. »

§ 5. — Chimie physique

L'action de l'émanation du radium sur l'eau. — Dans de récentes expériences, Sir William Ramsay et M. Cameron ont recherché si le rayonnement d'une grande quantité d'émanation du radium est susceptible de transformer les atomes de la matière ordinaire. Suivant les résultats de ces savants, le cuivre, sous l'action de cette émanation, serait transformé en lithium et peut-être même en sodium et potassium. D'autre part, ces expériences semblaient prouver qu'en présence des solutions de cuivre, l'émanation se décompose en argon, et, en présence de l'eau, en néon.

Or, dans un Mémoire récemment présenté à l'Académie des Sciences, Mme Curie et Mlle Gleditsch ont fait savoir qu'il leur avait été impossible d'obtenir du lithium aux dépens du cuivre dans les circonstances où se sont placés les savants anglais.

D'autre part, MM. E. Rutherford et T. Royds [1], à l'aide du radium mis à leur disposition par l'Académie des Sciences de Vienne, viennent de faire des expériences destinées à établir si la désintégration de l'émanation du radium, en présence de l'eau, s'accompagne bien de la production de néon. Ils ont déterminé en premier lieu la quantité minima de néon susceptible d'être perçue à l'aide du spectroscope, et ils ont pu de celer avec sécurité une quantité inférieure à un millième de millimètre cube.

Or, MM. Ramsay et Cameron, dans leur dernier Mémoire, signalaient l'impossibilité d'éviter toute entrée d'air dans leur appareil; en se servant d'un mélange gazeux de 12,6 centimètres cubes, ils ont constaté, après l'élimination de l'hydrogène et de l'oxygène, un résidu composé de 0,292 centimètre cube d'azote et de bioxyde de carbone. En supposant que ce résidu consistait uniquement en azote, on en tirerait la conclusion qu'il existait une fuite d'air d'environ 0,36 centimètre cube.

Or, comme, suivant MM. Rutherford et Royds, l'entrée dans l'appareil d'une telle quantité d'air donne un spectre brillant de néon, comparable pour l'éclat au spectre de l'hélium produit simultanément, ces savants se demandent si l'expérience décrite par MM. Ramsay et Cameron suffit pour prouver la production de néon aux dépens de l'émanation du radium.

§ 6. — Anthropologie

La découverte de deux squelettes néanderthaloïdes dans le bassin de la Dordogne et l'*Homo primigenius*. — Jusqu'à présent on ne possédait, en dehors de la fameuse calotte cranienne trouvée dans la vallée de Néanderthal, en Allemagne, que trois crânes préhistoriques du même type. Ce sont les deux crânes trouvés, avec quelques autres ossements, à Spy, en Belgique, et le crâne de Gibraltar, décrit depuis longtemps, mais dont le gisement a été contesté. Mais voici qu'au mois d'août 1908 on vint à découvrir deux squelettes, bien en place, dans les couches quaternaires du bassin de la Dordogne, à une centaine de kilomètres seulement l'un de l'autre.

Le premier de ces squelettes a été découvert par les abbés J. et A. Bouyssonie et L. Bardon, le 3 août 1908, dans une grotte près de la Chapelle-aux-Saints (Corrèze), à peu de distance de la frontière du département du Lot.

Les ossements ont été envoyés à Paris, au Muséum, où M. Boule, professeur de Paléontologie, en a fait le premier examen; les résultats en sont consignés dans une Note du 14 décembre 1908 à l'Académie des Sciences. Les conditions du gisement ont été précisées par les découvreurs dans une autre Note, communiquée à l'Académie le 21 décembre de la même année.

La grotte où fut faite la trouvaille est située au bord d'un petit affluent de la Dordogne; elle a la forme d'un couloir s'enfonçant dans du calcaire liasique. Dès 1905, MM. Bouyssonie et Bardon y ont fait des fouilles, et c'est dans le prolongement d'une couche moustérienne s'enfonçant dans l'intérieur de la grotte jusqu'à 6 mètres de l'entrée qu'ils ont trouvé les ossements en question. Cette couche repose directement sur le sol de la grotte. Elle avait de 30 à 40 centimètres d'épaisseur en général, mais atteignait près du double sur l'emplacement d'une fosse qui était creusée dans le sol, à 3 mètres environ de l'entrée. Cette fosse avait 1m,40 de longueur sur 0m,85 de largeur et 0m,30 de hauteur.

Le squelette y était étendu sur le dos, la tête tournée à l'Ouest et calée par quelques pierres, le bras droit plié de façon à ramener la main vers la figure, le bras gauche étendu, les jambes repliées. Au-dessous de la tête, il y avait « plusieurs grands fragments d'os posés à plat, et, au voisinage, l'extrémité d'une patte postérieure d'un grand Bovidé avec plusieurs os en connexion ».

Au-dessus et autour du squelette, des os brisés et des outils en quartz et en silex d'un beau type moustérien : racloirs abondants, quelques pointes et des outils variés.

La faune qui accompagnait l'outillage comprenait le Renne (*Cervus tarandus*), très abondant, un grand Bovidé, le cheval (rare) et des débris de Blaireau, Renard, Ovidés, etc., ainsi qu'une molaire supérieure du *Rhinoceros tychorinus* et des os d'*Arctomys marmotta*. Cette faune caractérise le Quaternaire moyen.

La grotte était donc un lieu de sépulture et de repas funéraires. Le squelette humain y fut enseveli suivant un rite mortuaire spécial. Laissant de côté les vertèbres et les os des membres, qui permettent d'estimer la taille du sujet à 1m,60, voyons la pièce la plus intéressante de ce squelette, le crâne.

Si l'on avait voulu exagérer à dessein les caractères déjà connus du type dit néanderthaloïde, on n'aurait pas mieux réussi qu'en copiant la tête osseuse en question, telle qu'elle a été reconstituée par M. Boule avec les fragments trouvés dans la tombe.

La boîte cranienne est assez volumineuse. L'état des sutures et la configuration du maxillaire inférieur indiquent nettement que le crâne appartenait à un individu âgé. L'indice céphalique est de 75; le crâne est donc franchement dolichocéphale, comme ceux de Spy et de Gibraltar. Le peu de développement de la calotte cranienne en hauteur correspond à ce que l'on constate dans ces crânes. Les arcades sourcilières proéminentes, formant de véritables bourrelets au-dessus de la *totalité* du bord supérieur de l'orbite [1], et suivies d'une dépression du frontal en arrière, sont aussi accusées sur le crâne de la Chapelle-aux-Saints que sur celui de Néanderthal. La projection de l'occipital en arrière est plus forte que dans le crâne de Spy. Le trou occipital est reporté loin en arrière; l'apophyse mastoïde est peu développée. Quant à la

[1] *Philos. Mag.*, nº 93, 1908.

[1] J'insiste sur ce détail, car on a souvent décrit, sous le nom de bourrelet néanderthaloïde, les arcades sourcilières partiellement développées du côté interne du bord supérieur de l'orbite, et laissant un méplat triangulaire du côté externe de ce bord.

partie faciale de la tête, elle est tout à fait remarquable; comme elle est beaucoup plus complète que celle de la tête osseuse de Spy, elle va nous donner d'autres et de nouveaux caractères de cette race préhistorique de Néanderthal. Voici comment s'exprime à ce sujet M. Boule dans sa Note : « La face... présente un prognathisme facial très considérable; les orbites, saillantes, sont grandes; le nez, séparé du front par une profonde dépression, est court et très large. Le maxillaire supérieur, au lieu de se creuser, au-dessous des orbites, d'une *fosse canine*, comme chez toutes les races humaines actuelles, se projette en avant, tout d'une venue, pour former, dans le prolongement des os malaires, une sorte de museau, sans aucune dépression. Les dents sont absentes, mais la voûte palatine est très longue; les bords latéraux de l'arcade alvéolaire sont presque parallèles, comme chez les singes anthropoïdes ».

La mandibule offre aussi les traits des mandibules fossiles que l'on rattache au type de Néanderthal : celles de la Naulette, de Spy, de Krapina, de Malarnaud. Elle est surtout caractérisée par l'absence de menton et l'obliquité de la symphyse, dirigée en bas et en dedans comme chez les anthropoïdes; à noter aussi la grande largeur du condyle, l'épaisseur considérable du corps de l'os et la faible profondeur de l'échancrure sygmoïde.

Le second squelette a été trouvé dans la célèbre station de Moustier (vallée de la Vézère), par un préhistorien suisse, M. Hauser, qui fouille systématiquement depuis trois ans le sol des berges de la Vézère et de la Dordogne. La découverte a été faite en avril 1908; mais M. Hauser a laissé tout en place jusqu'au 12 août de la même année, jour où l'extraction a été faite en présence d'une dizaine de savants allemands, venus exprès pour constater l'authenticité du gisement et faire la première étude des ossements.

C'est M. Klaatsch, professeur d'Anatomie à Breslau, qui s'est chargé plus spécialement de cette étude et qui a transporté le crâne et les os longs au Musée de l'Université de Breslau. J'ai eu l'occasion d'assister à la conférence qu'a faite M. Klaatsch au Congrès des Naturalistes allemands le 26 septembre dernier et de voir les photographies du crâne de Moustier, ainsi que le moulage d'un crâne néanderthaloïde pour ainsi dire idéal qu'avait « composé » ce professeur d'après l'étude des fragments existants. Ayant pu voir le crâne de la Chapelle-aux-Saints un mois après, grâce à l'obligeance de M. Boule, j'ai pu me rendre compte des ressemblances et des différences entre les deux pièces. Le crâne de Moustier offre, comme celui de la Chapelle-aux-Saints, les arcades sourcilières très proéminentes, en forme de bourrelet surplombant la totalité du bord supérieur de l'orbite; toutefois, ce bourrelet diminue d'épaisseur à mesure qu'il s'éloigne du nez. La dépression transversale de l'os frontal qui s'étend en arrière de ces bourrelets est aussi beaucoup moins prononcée dans le crâne de Moustier que dans les autres crânes néanderthaloïdes; le front est aussi moins fuyant que dans le crâne de la Chapelle aux-Saints Cette atténuation est due, suivant M. Klaatsch, à ce que le squelette provient d'un homme âgé à peine de seize ou dix-sept ans, puisque les épiphyses de ses os longs ne sont pas encore soudées aux apophyses. Il faut remarquer, toutefois, qu'ordinairement le crâne a déjà pris sa forme définitive à cet âge[1]. Le crâne est moins aplati de haut en bas que celui de la Chapelle-aux-Saints; il paraît être dolichocéphale, et très asymétrique. En effet, la pression des couches de terre qui le recouvraient a eu pour effet de contorsionner le crâne et de le dévier considérablement du plan vertical. De même, la mâchoire supérieure, très déviée, ne laisse pas voir exactement le degré de prognathisme, quoique celui-ci paraisse être assez considérable. La mâchoire inférieure, très massive, se signale par l'absence du menton. Les dents sont au complet aux deux mâchoires et dans un état parfait. Parmi les os longs, le radius se signale par sa forte courbure. Les dimensions des os font supposer que l'homme de Moustier était de petite taille et trapu.

Comme le squelette de la Chapelle-aux Saints, celui de Moustier a été trouvé dans une sorte de tombeau, gisant sur une couche de silex, avec un véritable coussin de silex sous la tête. Chose remarquable, l'attitude est la même chez les deux squelettes : le bras droit plié et porté vers la tête, le bras gauche étendu droit.

L'âge du squelette de Moustier est attesté par la présence des outils moustériens typiques, avec deux pièces encore plus anciennes (acheuléennes). Pour les ossements d'animaux, les renseignements font défaut : une seule pièce, sur 45, un fémur de *Bos primigenius*, est nommée.

Un anthropologiste allemand bien connu, le Professeur Schwalbe, a proposé de rapporter les crânes de Néanderthal, de Spy et de Gibraltar à une seule et même espèce, par lui dénommée *Homo primigenius*, pour la distinguer de l'*Homo sapiens* actuel, auquel appartiennent également un grand nombre de crânes préhistoriques du Quaternaire moyen ou supérieur et du Néolithique, tels que les crânes de Cro Magnon, des grottes de Grimaldi, etc. Les deux crânes trouvés confirment-ils cette hypothèse? M. Boule n'est pas loin de partager l'idée de l'existence d'une espèce spéciale après l'étude du crâne de la Chapelle-aux Saints. Il dit, en effet : « Quant à la question spécifique, elle n'aura un réel intérêt que le jour où l'on saura vraiment ce qu'il faut entendre par le mot *espèce*. Mais il faut bien dire que, s'il s'agissait d'un Singe, d'un Carnassier, d'un Ruminant, etc., on n'hésiterait pas à distinguer, par un nom spécifique particulier, le crâne de la Chapelle-aux-Saints des crânes des autres groupes humains, fossiles ou actuels » Quant à M. Klaatsch, il se déclare partisan de la création d'une espèce nouvelle et il l'a déjà dénommée, d'après le crâne qu'il a étudié, *Homo Musteriensis Hauseri*. En rapprochant ces deux appréciations, on peut, je crois, se ranger à l'avis de M. Schwalbe et considérer l'homme fossile de l'époque moustérienne (Quaternaire moyen) comme appartenant à une espèce différente de celles des hommes qui ont vécu après. Cette espèce serait intermédiaire, morphologiquement entre le *Pithecanthropus* et les autres espèces ou races du genre *Homo*.

J. Deniker,
Docteur ès sciences, Bibliothécaire du Muséum.

§ 7. — Sciences diverses

Souscription internationale pour l'érection d'un monument à E.-J. Marey. — L'initiative de cette souscription a été prise par l'Association internationale de l'Institut Marey qui, à l'Etranger, a déjà recueilli un grand nombre d'adhésions.

En France, un Comité de patronage s'est formé sous la présidence d'honneur de M. le Ministre de l'Instruction publique et la présidence effective de M. Chauveau, membre de l'Institut, pour faire appel aux anciens amis, élèves et admirateurs de Marey, et réunir les souscriptions destinées à assurer au savant disparu un témoignage d'admiration et de reconnaissance digne de ses travaux qui ont illustré la science française.

Les souscriptions pourront être adressées à M Carvallo, à l'Institut Marey (Parc des Princes, à Boulogne-sur-Seine), ou à la librairie Masson et Cie, 120, boulevard Saint-Germain, à Paris.

[1] Au moment où j'écris ces lignes, je reçois le fascicule de janvier 1909 de l' « Homme Préhistorique », où se trouvent la description sommaire du crâne par M. Klaatsch et le récit des fouilles par M. Hauser. Je complète mon exposé ultérieur d'après ces deux articles.

L'INSCRIPTION INSTRUMENTALE DES SÉISMES ET LA PHYSIQUE DU GLOBE

PREMIÈRE PARTIE : L'ENREGISTREMENT DES TREMBLEMENTS DE TERRE

La Sismologie est peut-être la branche de la Géophysique dont la période d'évolution est actuellement la plus active. Les résultats des recherches que l'on y fait sont de la plus grande importance; ils se suivent avec une vraie précipitation et fournissent, sur la nature de ce fléau de l'humanité, des renseignements tout à fait inattendus. Cette science, si nouvelle encore, quoique ses origines remontent déjà jusqu'à l'Antiquité classique, doit cet essor surtout au développement de la technique sismométrique, qui consiste à étudier les tremblements de terre à l'aide d'instruments. Il est vrai que nous possédons déjà, depuis l'année 1703, époque à laquelle l'abbé de Hautefeuille s'occupa pour la première fois de ce problème, des instruments destinés à l'étude des tremblements de terre; l'ouvrage bien connu de R. Ehlert (Strasbourg, 1897) mentionne plus de deux cents appareils sismiques, et ce nombre est aujourd'hui largement dépassé. Mais, quoique certains de ces appareils fussent très ingénieux, ils ne répondaient que jusqu'à un certain point à ce que l'on attendait d'eux, parce qu'ils n'étaient pas pourvus d'un dispositif amortisseur. Cela ne diminue, cependant, en rien le mérite et la valeur incontestables des constructeurs italiens et japonais de date plus récente, de J. Milne et de E. von Rebeur-Paschwitz, qui ont été pour nous d'heureux pionniers. Leurs travaux intelligents, entrepris dans un but déterminé, ont été la base du développement de la Sismologie, dont ils ont facilité les progrès, et c'est ce qui leur donne une valeur durable.

Comme, dans les dix dernières années du siècle passé, les travaux de E. von Rebeur-Paschwitz ont imprimé une direction nouvelle à la Sismologie, de même les travaux de W. Schlüter et de E. Wiechert, de Goettingen, et ceux de B. Galitzin, de Saint-Pétersbourg, marquent une nouvelle étape. Les premiers, ils ont réellement exposé clairement la véritable théorie des sismomètres et démontré ce que l'on peut attendre de ces instruments et comment ils pourront répondre aux exigences de la science. C'est alors qu'on commença à agir méthodiquement, après n'avoir d'abord fait que tâtonner et essayer. L'adaptation aux sismomètres d'un dispositif d'amortissement a été d'une très grande importance. Comme on le sait, les sismomètres sont des pendules qui doivent garder leur position stable dans l'espace, même dans le cas de tremblement de terre, tandis que le levier du mécanisme, directement rattaché à la terre et oscillant avec elle, se déplace contre la masse stationnaire et trace ainsi, sur le système enregistreur, le mouvement du sol. Mais, par suite du frottement dans la suspension, le mouvement du sol se communique bientôt à la masse du pendule et le fait participer au mouvement oscillatoire, avec la période propre correspondant à sa longueur, de sorte que le tracé de la perturbation ne répond absolument plus au mouvement vrai du sol; l'amplitude augmente ou diminue dans le diagramme, selon que les oscillations du sol se produisent dans le même sens ou dans le sens opposé à celui des oscillations propres du pendule. A l'aide d'un mécanisme amortisseur convenable, le pendule, après chaque oscillation, revient à son point de repos, et peut alors marquer chaque nouvelle onde du sol. Si l'on connaît le degré de force de l'amortissement et la valeur des autres constantes de frottement du sismomètre, on peut, en tenant compte de ces données, déduire du sismogramme le mouvement vrai du sol [1].

Depuis que l'on a réalisé un enregistrement sismique inattaquable [2], on a pu obtenir d'importants éclaircissements concernant les phénomènes physiques qui se présentent lors d'un tremblement de terre. Ces résultats sont d'autant plus importants qu'ils contrôlent la justesse de notre manière de voir, non seulement en ce qui concerne les causes

[1] Dans l'ouvrage de K. Keilhack : *Lehrbuch der praktischen Geologie. Arbeits-und Untersuchungs-methoden auf dem Gebiete der Geologie, Mineralogie und Paläontologie.* 2e Auflage, Stuttgart, 1908, j'ai, au chapitre 35, qui traite des méthodes de sismologie, donné à cet effet des instructions détaillées pour l'analyse des sismogrammes.

[2] En réfléchissant qu'une toupie gyroscopique en mouvement de rotation rapide garde dans l'espace sa position stationnaire, l'idée m'est venue, au printemps de 1907, de remplacer la masse pendulaire des sismomètres par une toupie gyroscopique rotative, tant pour les pendules verticaux que pour les horizontaux, et j'ai récemment encore étudié cette question avec S. Szirtes, du Bureau Central international. C'est ainsi que l'on arrivera probablement à obtenir une masse réellement stationnaire et que l'on obtiendra aussi une simplification des plus importantes pour l'analyse des sismogrammes. Un pendule ainsi construit continuerait à fonctionner durant les grandes oscillations des tremblements de terre locaux et destructeurs, pendant lesquels les pendules ont jusqu'ici refusé de fonctionner. L'application de cette idée rendrait possible la construction d'un sismomètre enregistrant exactement la partie verticale du mouvement du sol. L'application pratique de cette idée est en cours d'exécution.

des tremblements de terre, mais aussi en ce qui concerne l'orogénie et les forces volcaniques, et même toute la formation et la conformation du globe terrestre; ces résultats sont en même temps une pierre de touche pour les théories qui se rapportent à ces phénomènes physiques. Il est évident que les conceptions les plus vastes ne peuvent et ne doivent être considérées que comme des *hypothèses*[1]. Ce n'est que l'étude et l'analyse d'un grand nombre de tremblements de terre, survenus dans les conditions les plus différentes, aux endroits les plus divers, et relevés scientifiquement, qui, si je ne m'abuse, aurait chance de nous rapprocher de la connaissance de la vérité objective. Mais quand arriverons-nous au but que nous poursuivons? Quelles nouvelles perspectives ces études ouvriront-elles en nous plaçant devant de nouveaux problèmes auxquels nous ne pensons même pas? Voilà des questions qui sont encore du domaine de l'avenir. *Le sismomètre rendra certainement les mêmes services quant à la connaissance de l'intérieur de la Terre que le spectromètre pour l'étude de l'Univers.* Mais, comme le spectromètre et le télescope n'ont pu jusqu'ici dévoiler complètement les secrets de l'Univers, et comme l'acceptation d'une loi nouvelle met le savant en présence de nouvelles recherches, de même le sismomètre ouvrira au savant des domaines inconnus dont la découverte exige tous ses efforts.

Résumons d'abord brièvement les connaissances acquises jusqu'ici et, nous rattachant à ce que nous savons, essayons de nous rendre compte de la portée de ces connaissances pour l'époque actuelle et pour leur développement ultérieur.

I

Comme on le sait, on désigne sous le nom de *tremblements de terre* des ébranlements du sol qui montent de profondeurs plus moins grandes de la Terre jusqu'à sa surface. Ils se manifestent surtout par des déplacements subits des roches superficielles, qui, par leur structure et la variété de leurs matériaux, forment une vraie mosaïque. Si, pour une raison quelconque, l'équilibre est rompu à un endroit, de façon à ce que les blocs arrivent à se trouver dans une nouvelle position d'équilibre, il se dégage de l'énergie sismique. C'est surtout par le frottement causé par le glissement des blocs ou des plans de fracture nouvellement produits que de violents ébranlements se manifestent en provoquant des oscillations élastiques dans les régions voisines. Ces oscillations se communiquent de nouveau à d'autres masses rocheuses et sont bientôt ressenties à la surface de la Terre. Là, tous les objets prennent le mouvement d'un pendule renversé; les parties supérieures, par suite de leur inertie, restent momentanément en repos, mais ensuite elles aussi se mettent en mouvement. Plus les oscillations se suivent de près et les périodes sont courtes, plus les conséquences sont désastreuses; mais, par contre, lorsque les mouvements sont lents, les parties agitées ont suffisamment de temps pour s'adapter entièrement, quoique imperceptiblement, au mouvement. Ce qui, dans le langage de la Physique, veut dire que ce n'est pas l'amplitude du mouvement du sol, mais la grandeur de l'accélération maximum des particules de la Terre qui est la mesure du degré de gravité d'un tremblement de terre. Pour les tremblements de terre destructeurs, une série de causes accidentelles entrent en considération; ces causes résident, soit dans la conformation du sol, soit dans la construction des bâtiments et dans la nature des matériaux employés.

L'énergie sismique qui s'est dégagée se transforme dans son parcours en d'autres formes d'énergie, mais surtout en chaleur, et elle se trouve, par conséquent, amoindrie et absorbée. Comme la puissance d'absorption de l'écorce terrestre pour des oscillations à courtes périodes est très grande, il faut s'attendre à ce que les chocs sismiques soient le plus violents dans l'épicentre, c'est-à-dire dans la région qui se trouve perpendiculairement au-dessus du foyer souterrain (hypocentre). C'est effectivement ce qui arrive, et déjà à quelques centaines de kilomètres de distance de l'épicentre la perception des oscillations du sol cesse pour les sens de l'homme. Autour de cette zone *macrosismique*, ou région des ébranlements *sensibles*, dont le diamètre augmente en raison de la profondeur du foyer, s'étend la région *microsismique*. Dans cette région, les sismomètres très sensibles peuvent indiquer, même à des milliers de kilomètres de distance, le passage des ondes sismiques et figurer graphiquement le phénomène passager, que l'on pourra étudier ultérieurement.

A partir d'une certaine distance épicentrale, les sismogrammes marquent, en général, leur développement typique. On y distingue les phases suivantes : les premières et les secondes vibrations préliminaires (V_1 et V_2), les ondes longues (B) du tremblement de terre proprement dit, et éventuellement la phase finale (N). Si, à l'aide d'enregistrements d'une seule et même perturbation obtenus en différentes stations, l'on détermine la vitesse avec laquelle les ondes sismiques sont arrivées à l'endroit où est installé le sismomètre, on trouve

[1] Pour plus de renseignements, consulter mes deux ouvrages : *Handbuch der Erdbebenkunde*, Braunschweig, 1904, et surtout *Der Erdball, seine Entwickelung und seine Kräfte*, Esslingen, 1908.

que, seules, les ondes longues (B) du tremblement de terre principal conservent, indépendamment de la distance épicentrale mesurée sur la surface de la Terre, une vitesse presque constante d'environ 3,8 kilomètres par seconde, tandis que, pour les ondes préliminaires, la vitesse de propagation augmente avec la distance de l'épicentre. Voici les chiffres obtenus par Benndorf : les distances sont exprimées en mégamètres (1.000 kilomètres) :

DISTANCE épicentrale	TEMPS EMPLOYÉ PAR L'ONDE en minutes			VITESSE SUPERFICIELLE en kilomètres par seconde		
	V_1	V_2	B	V_1	V_2	B
1,0 . .	2,1	4,2	4,4	10,3	5,9	3,8
2,0 . .	3,6	7,0	8,8	10,9	6,2	3,8
4,0 . .	6,5	12,1	17,6	12,3	6,9	3,8
6,0 . .	9,1	16,6	26,4	13,9	7,9	3,8
8,0 . .	11,3	20,5	35,2	16,2	9,3	3,8
10,0 . .	13,2	23,8	44,0	19,4	11,1	3,8
12,0 . .	14,8	26,5	52,8	24,2	13,9	3,8
14,0 . .	16,0	28,6	61,6	31,4	18,5	3,8
16,0 . .	16,9	30,1	70,4	46,3	27,8	3,8
18,0 . .	17,4	31,0	79,2	87,7	55,6	3,8
20,0 . .	17,6	31,3	88,0	∞	∞	3,8

L'observation démontre à première vue que *les ondes longues se propagent à la surface de la Terre, tandis que les ondes préliminaires doivent nécessairement descendre dans les profondeurs de la Terre, où elles trouvent moyen de se propager plus rapidement.* Comme nous le verrons, cette constatation est de la plus grande portée pour toute la Physique du Globe.

En ce qui concerne la propagation des ondes sismiques, il faut faire une distinction bien nette entre les trois valeurs suivantes :

1° Ce que l'on appelle en allemand *Laufzeit*, c'est-à-dire le temps que l'énergie sismique met à arriver à un point déterminé de la surface de la Terre, en se dégageant du foyer sismique, hypothétiquement représenté par un point, et placé à la surface de la Terre. Les deux suppositions sont admissibles, lorsqu'il s'agit d'une distance épicentrale d'au moins 1 mégamètre.

2° La *vitesse apparente* ou *vitesse superficielle*, c'est-à-dire le nombre de kilomètres parcourus à la surface de la Terre en une seconde, c'est-à-dire le quotient de la distance épicentrale par le temps que l'onde met à parcourir une distance donnée (Laufzeit).

3° La *vitesse véritable* ou *vitesse de propagation*, c'est-à-dire le nombre de kilomètres parcourus en une seconde sur le chemin réel du rayon sismique.

Par conséquent, les ondes longues du tremblement de terre principal coïncident avec les ondes superficielles et la vitesse véritable est identique avec la vitesse apparente; mais, pour les ondes préliminaires, la vitesse apparente représente la projection de la vitesse réelle sur la surface de la Terre. Il est maintenant évident que la vitesse réelle ne peut être obtenue que lorsque l'on connaît exactement le chemin parcouru par l'énergie sismique, selon sa forme et sa direction. C'est ainsi que nous sommes arrivés au problème le plus difficile de la Physique sismique, qui est en même temps de la plus haute importance pour toute la science de la Terre. Avant d'approfondir le sujet que nous allons traiter, nous donnerons l'explication de quelques expressions techniques.

II

D'après les expériences faites jusqu'ici, nous devons considérer le globe terrestre, pris dans son ensemble, comme un milieu *élastique* isotrope. Dans ce milieu, la propagation de l'énergie part généralement du foyer sous forme de séries d'ondes sphéroïdales et fermées, dont les ondes sonores sont la meilleure image. Dans le langage adopté par les sismologues, on désigne ces surfaces d'ondes (*Wellenflächen*) sous la dénomination d'*ondes homoséistiques*, et la ligne d'intersection avec une surface limite prend le nom d'*homoseiste*. Le chemin que suit l'énergie sismique depuis son point de départ jusqu'à un point d'observation quelconque est représenté par la ligne de jonction des deux points, ligne perpendiculaire à toutes les surfaces homoséistiques, ce que l'on appelle le *rayon sismique*. Si le rayon sismique arrive à une surface limite du milieu transmetteur, comme est, par exemple, la surface de la Terre, il forme avec celle-ci un angle d'incidence analogue à celui que l'on considère en Optique; mais, en Sismologie, on a préféré se servir, à sa place de l'*angle d'émergence*, qui est son complément à 90°, c'est-à-dire l'angle que le rayon sismique forme avec la surface limite. Wiechert a prouvé ce fait important que non seulement chaque rayon sismique descend dans les profondeurs du foyer sous le même angle sous lequel il revient finalement à la surface, mais aussi qu'en général cet angle a la même valeur à tous les niveaux, soit que le rayon plonge dans la Terre, soit qu'il en remonte, de sorte que les deux branches du rayon sismique sont symétriques quand on mesure celui-ci à l'endroit le plus profond. E. Wiechert base sur cela une méthode à la fois graphique et numérique, propre à donner la direction du rayon sismique dans l'intérieur de la Terre, quand les hodographes (*Laufzeitkurven*) du tremblement de terre sont connues, car les angles d'émergence peuvent être déduits de celles-ci.

Comme je l'ai dit, la forme des surfaces homoséistes, et conséquemment celle du rayon sismique, est généralement déterminée par la conformation du milieu, c'est-à-dire du globe terrestre. Le premier qui

se soit occupé de cette question est l'Anglais R. Mallet, dans son ouvrage sur le grand tremblement de terre napolitain du 16 décembre 1857, ouvrage qui a fait époque; avec de nombreux partisans, il admet un milieu absolument homogène; de l'épicentre partent des ondes sphériques concentriques et des rayons sismiques rectilignes. Mais, en réalité, les choses ne sont absolument pas aussi simples.

Dans son Mémoire sur le mouvement des ondes (1888), Aug Schmidt, de Stuttgart, a montré que, comme les conditions physiques pour la propagation varient en raison de la profondeur sous la surface de la Terre et, par suite, de l'augmentation de la pression, de la densité et de l'élasticité des couches rocheuses, il faut que les ondes sphériques soient excentriques et que, par suite, les rayons sismiques soient courbes. Schmidt en déduisit une augmentation de vitesse de propagation vers l'intérieur de la Terre, ce qui lui fit, en conséquence, admettre des rayons sismiques courbés d'une manière convexe vers l'intérieur de la Terre, conception dont il a prouvé la justesse. En 1903, F. A. Faidaga l'a également prouvée par des observations sismiques, et W. Schlüter, à l'aide d'analyses instrumentales précises; en 1905, G. Maas, au contraire, crut devoir admettre une courbure des rayons sismiques exactement opposée.

En 1897, R. von Kœvesligethy, professeur à l'Université de Budapest, publia, dans les « Comptes rendus sur les Mathématiques et les Sciences physiques et naturelles de Hongrie », un travail intitulé « Nouvelle théorie géométrique des phénomènes sismiques », travail qui traite de la question du rayon sismique au point de vue strictement physique et mathématique. Comme cela arrive du reste fréquemment, on ne tint pas d'abord suffisamment compte de cet ouvrage dans les milieux compétents. Mais von Kœvesligethy continua sans relâche à travailler au développement de sa théorie, et, tirant profit du rapide essor de la Sismologie en ces dix dernières années, surtout dans le domaine des recherches instrumentales, il put, en 1905, faire paraître ses études sous une forme nouvelle. Dans son Traité sur « le calcul des éléments sismiques » (*Die Berechnung seismischer Elemente*), il développa sa théorie[1] et montra, en même temps, comment son application pratique peut être utilisée pour la Sismologie en particulier, ainsi que pour la Géophysique en général. En se servant de l'étude du Professeur Rudolph sur le tremblement de terre de Ceram du 30 septembre 1899, il expose et démontre mathématiquement l'application pratique de sa méthode. Ce qui montre la justesse de cette méthode, ce qui en est comme la pierre de touche, c'est que le calcul et les observations s'accordent, et il en a été ainsi pour les recherches faites jusqu'ici. Malheureusement trop peu de calculs de ce genre ont été faits pour pouvoir en tirer des conclusions d'ordre général.

Ce qui est certain, c'est que le rayon sismique est généralement une section conique qui passe par le foyer sismique (hypocentre). La forme de la section conique est déterminée par l'indice de réfraction des couches terrestres traversées; conséquemment, les axes s'obtiennent mathématiquement. S'il en résulte pour les deux axes de la section conique des valeurs réelles, nous avons affaire à une ellipse; si, le grand axe étant réel, le petit est imaginaire, il s'agit d'une hyperbole; enfin, un petit axe indéterminé, joint à une valeur infinie du grand axe, donnerait un rayon sismique parabolique. *On voit par là que le rayon sismique de Schmidt représente un cas spécial de la théorie de von Kœvesligethy.* Les sept éléments sismiques suivants se présentent dans l'équation qui sert à calculer les rayons sismiques : l'*indice* de réfraction des couches terrestres, la *profondeur* du foyer sismique sous la surface de la Terre, le *temps* auquel se produit le choc sismique à l'épicentre, le *temps* d'arrivée du mouvement sismique à la station sismométrique, la *vitesse* de propagation du mouvement sismique, ainsi que la *longitude* et la *latitude* géographiques de l'épicentre. De ces éléments, il n'y a que le moment d'arrivée du mouvement sismique à l'endroit où se trouve le sismomètre qui soit connu; les six autres éléments sont les « inconnues » de l'équation. Il faut donc six équations qui seront fournies par les données recueillies en six stations au moins pour le tremblement de terre considéré.

La manière d'opérer pour faire ces intéressants calculs se rapproche beaucoup de celle qu'on emploie pour la détermination des orbites planétaires; car la aussi la trajectoire est une section conique, et c'est avec six inconnues qu'il faut faire le calcul. La seule différence est qu'en Astronomie il n'y a à considérer qu'une seule section conique, tandis que, pour les tremblements de terre, il faut, pour chaque station d'observation, une autre section conique. Les équations qui expriment en Sismologie le rapport entre le moment de la secousse et les éléments inconnus sont des équations dites équations transcendantes, c'est-à-dire que les inconnues ne s'y présentent pas sous forme algébrique. Si l'on veut résoudre une équation de ce genre, il faut s'y prendre de façon à adopter pour les inconnues des valeurs provisoires aussi approximatives que possible; on les considère alors comme connues et, avec elles, on calcule comme étant

[1] On trouve, dans la « Seismonomia » de R. von Kœvesligethy (vol. XI, 1906, p. 113, du *Bollettino della Società Sismologica Italiana*), une méthode détaillée et explicite pour effectuer ces calculs.

inconnues les données de temps réellement connues des stations sismiques. Et c'est ainsi qu'il faut continuer, en partant chaque fois d'un autre point de vue, jusqu'à ce que les données de temps obtenues par le calcul correspondent suffisamment avec celles que fournissent les observations. On obtient ainsi, pour chacune des six valeurs particulières, effectivement inconnues, un certain nombre de valeurs d'où l'on déduit enfin la valeur la plus probable par la méthode des moindres carrés.

III

Le même problème peut être traité d'une façon absolument différente en se basant sur la théorie

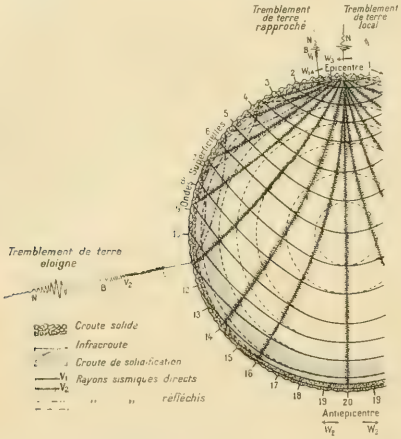


Fig 1. — *Représentation schématique de la propagation des ondes sismiques et de leur apparition dans le sismogramme, d'après* A. Sieberg.

de l'élasticité. Cela exige naturellement, en opposition avec ce qui précède, une conception et un traitement tout particuliers. Pour cela, il faut admettre l'hypothèse d'une Terre formée de matériaux isotropes et de surfaces sphériques concentriques superposées, où le changement des qualités élastiques se produit d'une façon toute graduelle et continue. Rudzki adopta le premier cette manière de voir et, depuis 1905, H. Benndorf[1] et E. Wiechert[2] le suivirent, mais à des points de vue différents. Ces travaux ont déjà donné une série de résultats réels, et c'est sur ces résultats que nous fonderons les observations qui vont suivre.

Si, en nous basant sur la théorie de l'élasticité, nous résumons brièvement les résultats obtenus de nos jours en mesurant instrumentalement les tremblements de terre, nous pouvons tracer l'image suivante des conditions physiques qui régissent les tremblements de terre (fig. 1) :

De l'hypocentre, situé au maximum à 200 kilomètres sous la surface de la Terre, l'énergie sismique se propage en tous sens dans le globe terrestre comme des oscillations élastiques sous forme d'ondes sphéroïdales. La propagation des ébranlements élastiques dans un milieu homogène se produit, comme Poisson a été le premier à le montrer, toujours de telle sorte que *deux* espèces d'ondes se développent simultanément et s'étendent au loin indépendamment l'une de l'autre. Ce sont, d'un côté, des *ondes de compression* dépendant de changements de volume, et conséquemment des *ondes longitudinales* qui s'étendent dans la direction du rayon sismique; ce sont, de l'autre côté, des *ondes transversales*, et, d'après les expériences de Fresnel, des ondes de contorsion, dont la direction des oscillations est perpendiculaire aux précédentes. Le point caractéristique des ondes de contorsion, c'est que le déplacement se produit le long de lignes droites et parallèles, et non d'une façon circulaire, comme pour les ondes de l'eau. Si, par exemple, des cubes sont rangés l'un à côté de l'autre, comme on le voit dans la figure 2, quand les oscillations se font en sens transversal, chaque cube se transforme en un parallélipipède oblique. Cependant, si l'on peut admettre d'une manière certaine que la *Terre* est élastique et *non homogène*, nous devons néanmoins supposer que nulle part dans l'intérieur de la Terre la réfraction des ondes sismiques n'a lieu, et, par conséquent, la vitesse des deux espèces d'ondes ne changera sur aucun point par transition subite, mais toujours d'une façon uniforme. De plus, les deux espèces d'ondes se propageront dans la direction du rayon sismique, de sorte qu'un obstacle qui se présenterait produirait une ombre le long de cette direction.

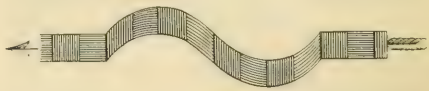


Fig. 2. — *Onde de contorsion.*

La vitesse de propagation la plus grande est celle des ondes longitudinales, et il faut considérer comme telles les vibrations préliminaires V_1 pour

[1] H. Benndorf : Ueber die Art der Fortpflanzung der Erdbebenwellen im Erdinnern. I und II Mitteilung. Neue Folge, n° 29 und... der *Mitteilungen der Erdbebenkommission der Kaiserl. Akademie der Wissenschaften in Wien*, 1905 und 1906.

[2] E. Wiechert : Theoretisches über die Ausbreitung der Erdbebenwellen. *Nachrichten von der Kgl. Gesellschaft der Wissenschaften zur Goettingen, mathem.-physik. Klasse*, 1907, Heft 4, p. 415.

lesquelles la vitesse de propagation superficielle apparente est, en moyenne, d'environ 14 kilomètres par seconde. La vitesse superficielle des ondes transversales est à peu près la moitié de la précédente; c'est celle des secondes vibrations préliminaires V_2, qui ont une vitesse superficielle d'environ 7 kilomètres et demi par seconde.

A l'épicentre, où les ondes sphériques de l'intérieur de la Terre paraissent à la surface, elles produisent des oscillations superficielles nommées *ondes de Rayleigh*, du nom du physicien anglais qui les a découvertes. Comme elles provoquent généralement, pour de grandes distances épicentrales, les plus fortes oscillations du sol et qu'elles se font le plus remarquer dans les sismogrammes, cette phase (B) est appelée la *phase principale*. En général, les ondes de Rayleigh correspondent à peu près aux ondes de l'eau, mais elles en diffèrent cependant complètement par un trait principal : Tandis que, lorsqu'il y a perturbation de l'équilibre de l'eau, la pesanteur produit la pression intérieure qui sert à communiquer et à transmettre le mouvement d'une particule à l'autre (ondes de gravitation), pour les ondes de Rayleigh, l'élasticité est la force qui refoule et qui produit les oscillations. Il est probable, ainsi que l'a montré Wiechert à l'aide de tracés sismiques, qu'elles sont formées par la réunion d'ondes de compression et de torsion, de telle sorte que la réunion ne se produit qu'à la surface. Là, les différentes espèces d'ondes se confirment l'une l'autre pour faire disparaître partout, à la surface, les pressions élastiques, ainsi que l'exige la libre mobilité de la surface. On peut voir, malgré cela, que la contradiction de cette hypothèse concernant la vitesse des ondes superficielles de 3,8 kil. environ par seconde, vitesse moindre, par conséquent, que celles des ondes de compression et des ondes de contorsion, n'est qu'apparente. Il en ressort plutôt que ce ne sont pas les ondes de Rayleigh, produites au foyer sismique, qui avancent sur une ligne frontale sphérique avec la vitesse appartenant à l'état stationnaire, mais que ce sont, au contraire, des ondes qui ont la vitesse des ondes de compression et des ondes de torsion qui doivent précéder et arriver peu à peu à un état correspondant à celui de l'état stationnaire des ondes de Rayleigh.

Si l'on considère l'épicentre comme pôle, les vagues superficielles diminuent d'énergie jusqu'à l'équateur; de là au pôle opposé, ou « antiépicentre », l'énergie augmente de nouveau; mais, sur le parcours, une partie de l'énergie des ondes longues se perd par absorption, car, d'après les recherches de G. Angenheister[1], l'énergie concentrée dans l'antiépicentre n'est plus que la 490e partie de l'énergie initiale, et l'amplitude du mouvement vrai du sol est réduite à 1/22. Alors l'antiépicentre remplit le rôle d'épicentre; les ondes superficielles qui en partent, les ondes W_2, n'ont plus à l'épicentre que la 242.500e partie de l'énergie initiale (= 1/490 de l'amplitude réelle). Ce courant de va-et-vient continue jusqu'à ce que toute l'énergie soit épuisée; on a cependant rarement pu jusqu'ici observer des ondes W_3. Par les expériences déjà faites, on voit aisément que les ondes des différents groupes, des « phases » du sismogramme, se suivent d'autant plus lentement que l'épicentre se trouve plus éloigné de l'endroit où se trouve le sismomètre; inversement, la longueur des phases du sismogramme nous permet de calculer la distance de l'épicentre à la station d'observation. Parmi les nombreuses formules empiriquement obtenues à cet effet pour les tremblements de terre éloignés, c'est-à-dire pour une distance épicentrale de 2.000 à 12.000 kilomètres de la station sismométrique, le calcul le plus simple est celui de Láska. La règle de Láska, qui permet d'effectuer le calcul mentalement et qui donne, comme l'expérience le prouve, les meilleurs résultats, est la suivante :

$$(V_2 - V_1) \text{ minutes} - 1 = X \text{ mégamètres.}$$

Si donc la durée de la première phase préliminaire est de 10,7 minutes, la distance épicentrale est de 9.700 kilomètres.

Les distances épicentrales que l'on a ainsi obtenues peuvent être très sensiblement améliorées si l'on tient compte des valeurs que Benndorf a obtenues pour les hodographes; il suffit alors de tenir compte des corrections suivantes :

DISTANCE ÉPICENTRALE selon Láska	CORRECTION A INTRODUIRE selon Benndorf
1 mégamètres.	— 0,1 mégamètres.
2 —	— 0,3 —
3 —	— 0,5 —
4 —	— 0,6 —
5 —	— 0,6 —
6 —	— 0,6 —
7 —	— 0,5 —
8 —	— 0,3 —
9 —	— 0,0 —
10 —	+ 0,5 —
11 —	+ 1,5 —
12 —	+ 2,8 —

D'après leur tracé, on peut distinguer les trois types suivants (fig. 1) de sismogrammes, en rapport très étroit avec la distance épicentrale :

1° Les tremblements de terre *locaux*, dans la région épicentrale. L'espace parcouru étant court, le sismogramme ne marque pas la différence entre

[1] G. Angenheister : Bestimmung der Fortpflanzungsgeschwindigkeit und Absorption von Erdbebenwellen, die durch den Gegenpunkt des Herdes gegangen sind. *Nachr. v. d. Kgl. Ges. d. Wiss. zu Göttingen, mathem.-physik. Klasse*, 1906, p. 110 ff. — Id. : Seismische Registrierungen in Göttingen im Jahre 05. *Id.*, p. 357 ff.

les différentes espèces d'ondes. Chacun des chocs de courte période (1/2 à 5 sec.) est indiqué comme tel par le sismogramme; les chocs consécutifs, répliques ou after-shocks, commencent à se dessiner par suite de la diminution progressive des oscillations propres du sol;

2° Les tremblements de terre *rapprochés*, dont la distance épicentrale atteint 1.000 kilomètres. Ici, une seule phase préliminaire V_1 se fait remarquer, avec des périodes d'ondes de 1 à 6 secondes. Alors les ondes longues B du tremblement de terre proprement dit, du séisme principal, se dessinent avec des périodes d'environ 10 secondes, auxquelles se rattachent les ondes finales N;

3° Les tremblements de terre *éloignés*, ou dont la distance épicentrale est supérieure à 1.000 kilomètres. Immédiatement après les premières ondes préliminaires V_1 arrivent les secondes V_2, dont la période est un peu plus longue et dont l'amplitude l'est aussi le plus souvent. Viennent ensuite les ondes longues B, dont la période varie, selon la distance épicentrale, de 70 à 20 secondes. La principale phase peut se diviser en trois subdivisions, qui varient le plus souvent quant à la période et à l'amplitude : d'abord les périodes sont longues et les amplitudes faibles, puis l'amplitude augmente sensiblement, tandis que la période diminue, et finalement la période et l'amplitude diminuent toutes deux. Les ondes finales N, avec des périodes un peu plus longues et de plus petites amplitudes, terminent le sismogramme. Ces phases se voient clairement quand on examine attentivement la figure 3; c'est l'enregistrement obtenu à Strasbourg de la terrible catastrophe de San Francisco.

En étudiant la figure 3, où chaque interruption de la courbe correspond à une minute, la distance entre San Francisco et Strasbourg étant de 9.700 kilomètres, on verra facilement l'exactitude de la règle de Láska. Lorsque l'on connaît le temps que l'onde met à parcourir une distance donnée, on peut encore indiquer l'heure exacte du commencement du tremblement de terre de San Francisco. Le sismogramme donne d'abord l'heure de Greenwich, dont il faut retrancher 8 heures pour obtenir l'heure du Pacifique, en usage dans l'Ouest des États-Unis.

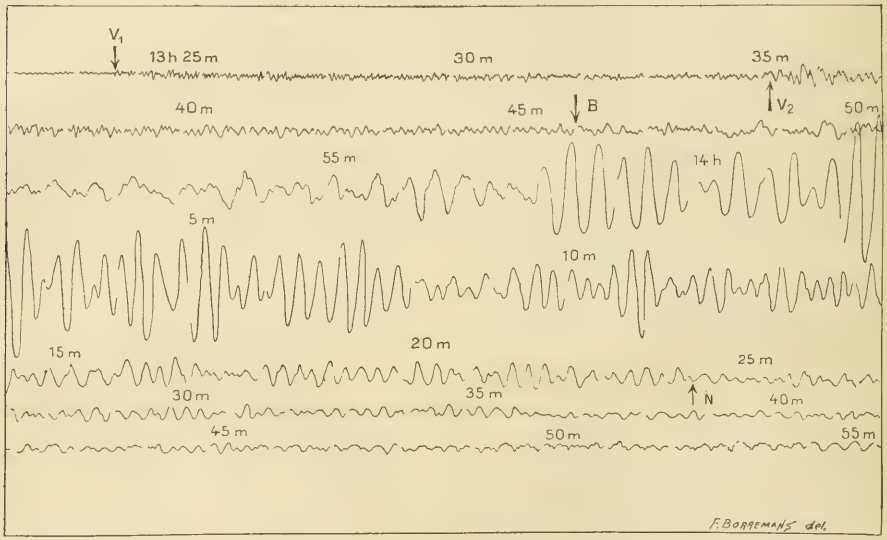


Fig. 3. — *Sismogramme d'un télésisme destructeur (tremblement de terre de San Francisco) enregistré le 18 avril 1906 à Strasbourg (Alsace).* — Distance épicentrale : 9.700 kilomètres.

Les ondes des sismogrammes ne se développent, en général, pas aussi nettement qu'on pourrait le supposer par ce qui a été dit précédemment. Les ondes de surface surtout montrent les groupements les plus divers et les plus embrouillés. Des séries d'ondes secondaires de différentes périodes leur sont superposées et permettent souvent à peine de reconnaître encore l'onde normale. Wiechert est disposé à les attribuer en partie à des oscillations propres, à un état oscillatoire dans lequel entre toute l'écorce solide de la Terre, jusqu'à une couche de magma flexible qui se trouve en-dessous. La

conformation géologique du sol joue encore un rôle particulier; des blocs de terre, qui ont une période propre différente de celle de la période originale des ondes, accumulent, jusqu'à un certain point, une partie de l'énergie des ondes et la réfléchissent de nouveau avec leur période propre; ils deviennent donc des centres nouveaux et secondaires pour la réflexion graduelle d'oscillations ultérieures. Outre cela, diverses circonstances locales, telles que des vallées transversales, la réflexion causée par des massifs de montagnes, etc., en changent la direction et l'intensité. On conçoit donc aisément qu'il se trouve précisément dans le tremblement de terre principal des signes caractéristiques qui font penser à des interférences. Le sismogramme sera encore plus compliqué si l'impulsion qui vient de l'hypocentre, et qui communique le mouvement, provient d'une série de chocs courts et successifs, au lieu de provenir d'un seul choc.

Ainsi que M. S. Szirtes a été le premier à le remarquer, on voit au premier coup d'œil si le sismogramme provient d'une perturbation sismique terrestre ou d'une perturbation sous marine. Car, par suite de la conformation plus dense des couches de l'écorce terrestre situées sous le sol sous-marin, les sismogrammes provenant de tremblements de terre sous-marins ont, dans la phase principale, une allure plus régulière, des amplitudes extraordinairement petites et de très grandes périodes; tandis que les sismogrammes provenant des perturbations terrestres indiquent les diverses influences agissant sur les blocs légers mobiles, ce qui donne au sismogramme une allure irrégulière, dont le tracé forme un grand nombre de dentelures superposées à courte période et à grande amplitude. On peut généralement, pour des sismogrammes tracés de la même manière, conclure à des foyers identiques ou du moins très rapprochés.

Jusqu'ici, nous n'avons parlé que des ondes qui se propagent directement. Il faut cependant tenir compte de la réflexion des ondes sphériques arrivant à la surface de la Terre. On a, depuis des années déjà, de différents côtés, donné à entendre qu'il est possible que les ondes sismiques se réfléchissent, mais ce n'est qu'en 1906 que cette réflexion fut reconnue et tracée dans les sismogrammes à l'Institut Géophysique de Gœttingen. L'on s'aperçut que les ondes réfléchies sont parfois plus fortes que les ondes directes. Pour commencer, on ne put cependant trouver la réflexion qu'à la surface de la Terre et non dans des couches instables plus profondes. En général, une série uniforme d'ondes d'élasticité tombant sur une surface limite des plus reculées provoque deux séries d'ondes, car non seulement des ondes de la même espèce se propagent par réflexion, mais des ondes d'une autre espèce se joignent à celles-ci. Comme Wiechert le prouve, par exemple, un rayon d'ondes longitudinales réfléchi à la surface de la Terre se continue par un rayon semblable qui descend dans la Terre sous le même angle et reparaît de nouveau à la même distance, et ensuite par un rayon d'ondes transversales qui descend plus profondément et remonte aussi à une bien plus grande distance. Un rayon d'ondes transversales, dont les oscillations sont parallèles à la surface de la Terre, c'est-à-dire transversales par rapport au plan de réflexion, n'est réfléchi que comme rayon de la même espèce, sous le même angle. Les choses deviennent plus particulièrement compliquées pour un rayon d'ondes transversales dont les oscillations transversales sont parallèles à la surface verticale dans laquelle le rayon remonte à la surface de la Terre. On peut à peine se faire encore une idée de ce que seront les rapports lorsque l'angle d'émergence sera égal à celui de la réflexion totale. La chose est plus claire quand l'angle d'émergence dépasse la valeur limite de la réflexion totale : alors une onde transversale est réfléchie sous un angle d'incidence plus aigu. A une onde transversale, avec l'onde longitudinale qui lui fait suite, se joint, dans des conditions géométriques absolument proportionnées, une paire d'ondes dont un rayon d'ondes longitudinales forme le commencement et un rayon d'ondes transversales la continuation. Une onde, qui sur son parcours a été réfléchie une, deux ou trois fois sans changer de nature, décrit dans la Terre un ou deux ou plusieurs arcs égaux et traverse chacun dans le même temps. De cette façon, l'hodographe d'une pareille onde, composée d'arcs égaux n sur une distance Δ, sera n fois plus grand que l'hodographe d'une onde directe sur la distance Δ/n. La vitesse superficielle d'une onde qui revient à la surface après un nombre quelconque de réflexions est alors tout aussi grande qu'à sa première apparition. Comme la vitesse des ondes directes est d'autant plus petite que nous approchons du foyer, il s'ensuit que la vitesse des ondes réfléchies sur le parcours est moindre que la vitesse des ondes directes arrivant au même point de la surface de la Terre. Il est plus difficile de déduire l'hodographe des ondes de transformation (Wechselwellen), c'est-à-dire des ondes qui, en chemin, changent de nature par la réflexion. Mais, nous ne nous arrêterons pas plus longtemps à cette question.

IV

Les recherches faites jusqu'ici sur la nature du rayon sismique ont, si peu nombreuses qu'elles

soient, jeté déjà sur la constitution du Globe une vive lumière, et fait paraître sous un jour tout différent d'autres questions fort nombreuses se rapportant à la Géophysique. Nous avons vu que les ondes principales se meuvent le long de la surface de la Terre, tandis que les ondes préliminaires se meuvent dans les profondeurs de la Terre; autrement dit : par rapport au centre de la Terre, le rayon sismique doit être de forme concave, tandis que les rayons sismiques des ondes préliminaires ont une courbure convexe vers son centre. Un pareil contraste est incompatible avec un milieu également élastique; il décèle naturellement des discontinuités dans le globe terrestre. La contradiction que l'on trouve dans la courbure opposée du rayon sismique disparaît si l'on admet une couche mince et relativement rapprochée de la surface de la Terre, couche dans laquelle existent des conditions de réflexion s'éloignant de celles du reste du corps terrestre. Il ne s'agit plus que de trouver les valeurs respectives en chiffres. En se basant sur de tout autres données, E. Wiechert a tiré, en 1897, du degré d'aplatissement de la Terre, des répartitions saisonnières, et d'autres valeurs géophysiques analogues, la conclusion que le globe terrestre est composé d'un noyau de fer entouré d'un manteau de pierre dont l'épaisseur représente le cinquième du rayon de la Terre. En n'employant, pour ses études les plus récentes, que les résultats de la sismométrie, Wiechert arrive au même résultat, ce qui est très significatif. Mais ce résultat diffère grandement des valeurs numériques que J. Milne déduisit en 1903 d'études sismométriques; Milne trouve une épaisseur de l'enveloppe d'un vingtième seulement du rayon de la Terre, nombre que Láska crut aussi devoir accepter. Mais ces différentes valeurs ne s'excluent pas l'une l'autre; elles se complètent, comme nous le savons aujourd'hui, de sorte que, sous le rapport physique, nous devons considérer le globe comme composé de *trois* corps concentriques. En 1906, H. Benndorf s'est également occupé de cette question. En calculant, par une méthode géométriquement synthétique, la vitesse des premiers précurseurs dans l'espace, il arrive au résultat suivant :

RAYON VECTEUR en rayons terrestres	INDICE DE RÉFRACTION	VITESSE RÉELLE en kilom. par sec.
—	—	—
0,0	0,35	15,7
0,1	0,35	15,7
0.2	0.35	15.7
0,3	0,35	15,7
0,4	0,35	15,7
0,5	0,36	15,3
0,6	0,38	14,5
0,7	0,44	12,7
0,8	0,49	11,3
0,85	0,50	11,1
0,90	0,50	10.0
0,95	0,54	10.3
0,975	0,63	8.8
1,00	1,00	5.5

Ce qui veut dire que, au centre de la Terre, la vitesse de propagation a un maximum qui diminue continuellement en se rapprochant de la surface; vers les 4/5 de son rayon arrive un état stationnaire pour la diminution; peut-être y a-t-il même éventuellement une légère augmentation, qui persiste jusqu'à ce que, aux 19/20 environ du rayon terrestre, se produise une diminution subite des valeurs superficielles. Ce rapport typique s'accorde, en partie, avec la théorie de Wiechert, fait important en ce qu'il en confirme la justesse; il confirmerait, d'autre part, l'existence d'une croûte terrestre d'un vingtième de profondeur, hypothèse admise par Milne et par Láska (1904).

V

Il s'agit maintenant de savoir jusqu'à quel point ces couches doivent entrer en considération, en ce qui concerne l'origine d'un tremblement de terre, et cela nous conduit au problème de la profondeur du foyer d'où vient le tremblement de terre; nous arrivons ainsi sur le terrain de la *dynamique tellurique en général.* C'est R. Mallet qui a encore été le premier à aborder la question par les recherches qu'il fit sur le tremblement de terre napolitain de l'année 1857. En admettant que les lézardes des murs étaient perpendiculaires au rayon sismique, il reconstruisit lesdits rayons considérés comme lignes droites et trouva ainsi, à une profondeur de 10,6 kilom., au point d'intersection de deux lignes, le foyer sismique qu'il cherchait. En 1873, K. von Seebach, et plus tard C. E. Dutton essayèrent de déduire de l'intensité du tremblement de terre la profondeur du foyer. Mais ces méthodes, ainsi que d'autres méthodes semblables, reposaient sur le principe erroné du foyer sismique en ligne droite. L'expérience a prouvé, par divers faits, que les dommages éprouvés par les bâtiments, que les fentes du sol et la direction du mouvement sismique sont diversement influencés, et d'une manière irrégulière, par la constitution locale du sol, de sorte que les observations concernant le temps constituent la partie la moins sûre pour l'étude des tremblements de terre. A la suite des recherches de A. Schmidt, on se rendit bientôt compte des fautes commises; mais c'est seulement dans ces derniers temps que l'on trouva le moyen d'arriver, dans la pratique, à des résultats irréprochables. R. de Kœvesligethy retrouve le fait, déjà observé par

Cancani, que les valeurs absolues de la plus grande accélération, correspondant aux degrés de l'échelle ordinaire Forel-Mercalli, forment presque une progression géométrique :

INTENSITÉ DE LA PERTURBATION G (Forel-Mercalli)	LIMITE DE LA PLUS GRANDE ACCÉLÉRATION Γ en mm/sec.²
I°	0 — 2,5
II°	2,5 — 5
III°	5 — 10
IV°	10 — 25
V°	25 — 50
VI°	50 — 100
VII°	100 — 250
VIII°	250 — 500
IX°	500 — 1.000
X°	1.000 — 2.500
XI°	2.500 — 5.000
XII°	5.000 — 10.000

Il exprime le rapport entre le degré d'intensité de la perturbation G et celui de l'accélération Γ communiquée au sol par la formule :

$$G = 0{,}38 + 3 \log \Gamma,$$

d'où il résulte que la différence entre deux degrés d'intensité est :

$$G - G' = 3 \log \frac{\Gamma}{\Gamma'},$$

équation semblable à celle qui existe dans la Physique des astres entre la grandeur et l'intensité lumineuse des étoiles. Admettons que h soit la profondeur du foyer sismique, et que r et r' représentent les distances entre le foyer et les points de la surface de la Terre où les degrés de force de la perturbation étaient respectivement G et G'. Si donc le tremblement de terre ne perdait rien de son énergie, le rapport serait :

$$\Gamma : \Gamma' = r' : r.$$

Nous devons toutefois admettre que l'écorce terrestre atténue et absorbe graduellement l'énergie du tremblement de terre. Si nous indiquons le coefficient d'absorption par rapport à l'unité de longueur par α, le facteu $e r^{\alpha r}$ donne la diminution de l'accélération sur le parcours r. En tenant compte de cela, on obtient :

$$\frac{\Gamma}{\Gamma'} = \frac{r'}{r} e^{\alpha (r' - r)}.$$

Maintenant, si, à la place de l'accélération, nous introduisons le degré d'intensité, nous obtenons :

$$G - G' = 3 \log \frac{r'}{r} + 3 \alpha M (r' - r),$$

où :

$$M = \log e = 0.43429.$$

Si alors nous prenons l'épicentre pour l'un des points, nous obtenons l'équation :

$$G_0 - G = 3 \log \frac{r}{h} + 3 \alpha M (r - h).$$

Ces deux équations, appelées par von Kövesligethy « équations de Cancani », rattachent le degré d'intensité d'un tremblement de terre à la profondeur de son foyer et au coefficient d'absorption de l'écorce terrestre. Ces équations servirent à von Kœvesligethy[1] de base à un calcul que E. von Jànosi développa pour des cas spéciaux et qui donne comme résultat la profondeur du foyer et le coefficient d'absorption pour les ondes à périodes courtes de l'intérieur de la Terre. Le degré d'exactitude obtenu dépend de la qualité des matériaux macroséismiques dont on dispose quant aux observations à faire. Von Jànosi, G. Schindler et A. Réthly ont jusqu'ici obtenu, d'après ce procédé, les valeurs du Tableau I.

TABLEAU I. — *Caractéristiques de quelques tremblements de terre, déduites par les équations de Cancani.*

	TREMBLEMENTS DE TERRE	DEGRÉ D'INTENSITÉ dans l'épicentre (Forel-Mercalli)	PROFONDEUR du foyer sismique	COEFFICIENT d'absorption	RÉGION d'ébranlement (kil. carrés)
Charleston.	31 Août 1886	10°	102	0.0041	796.000
Indes	12 Juin 1897	10	170	0.0039	3.970.000
Hongrie : Délmagyar. . .	2 Avril 1901	9 1/2	7-13	0.020	72.800
— Erdély	3 Octobre 1880	9 1/2	10	0,023	62.400
— Jókeö I. . . .	10 Janvier 1906	9	6-11	0.033	29.840
— Jókeö II . .	16 Janvier 1906	9	5-8	0.048	11.386
— Eger.	26 Juin 1906	9	5	0,049	8.800

Ces quelques chiffres nous font déjà reconnaître les faits importants que voici :

1° La profondeur du foyer varie dans de très grandes limites; quelquefois, le foyer d'où provient la perturbation se trouve tout près de la surface

[1] Communiqué par E. von Jànosi et A. Réthly et démontré par quelques exemples dans : *Bearbeitung makroseimischer Erdbeben*, p. 83 von A. Réthly : *Die Erdbeben in Ungarn im Jahr 1906*. Offizielle Publication der Kgl. Ung. Reichsanstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus. Budapest. 1907.

terrestre; il est souvent à une plus grande profondeur, qui peut atteindre 200 kilomètres et même être parfois beaucoup plus grande. Il ne faut cependant pas perdre de vue que, pour un foyer de 102 à 170 kilomètres de profondeur, les tremblements de terre deviennent destructifs et ont une très grande aire d'ébranlement;

2° Comme il faut s'y attendre, la profondeur du foyer n'est aucunement en rapport avec l'intensité du tremblement de terre;

3° Par contre, l'opinion reposant sur des données théoriques et supposant que l'étendue du terrain d'ébranlement augmente avec la profondeur du foyer est absolument confirmée;

4° L'absorption de l'énergie sismique est visiblement plus faible dans les couches profondes de l'écorce terrestre que près de la surface. Ce n'est que par de nombreux calculs que l'on arrivera à savoir si c'est un phénomène local ou général. Si l'on compare, en outre, les chiffres mentionnés plus haut avec ceux de G. Angenheister, qui attribue aux vagues superficielles une absorption d'accélération de 0,00018 — 0,00031 par kilomètre, l'on voit que les ondes à courte période de l'intérieur de la Terre subissent une absorption bien plus forte que les ondes superficielles longues.

Ainsi que nous le verrons plus tard, nous avons tout lieu d'espérer, en continuant à effectuer de pareils calculs, des résultats très variés et de première importance pour les tremblements de terre.

Dans un second article, nous essaierons de tirer, des résultats des recherches instrumentales, des indications sur les causes des tremblements de terre.

Aug. Sieberg,
Secrétaire technique de la Station impérial de Sismologie, à Strasbourg.

LA CLIMATOLOGIE DE LA PLANÈTE MARS

Depuis quelques années, la littérature scientifique s'est enrichie d'ouvrages nombreux sur la planète Mars, et ce monde voisin semble tenir le record de l'intérêt pour le public que passionne l'Astronomie. On parle couramment dans les quotidiens des canaux de Mars, des êtres qui peuplent la planète, des signaux qu'ils nous envoient. Le roman martien est devenu à la mode et les journaux n'ont pas hésité à publier des nouvelles et des histoires invraisemblables ayant pour thème des descriptions détaillées de cette mystérieuse planète. La plupart de ces œuvres, faut-il l'avouer, ne possèdent même pas les qualités de style qui, tout au moins, pourraient les recommander au lecteur au même titre que le *Voyage dans la Lune* de Cyrano de Bergerac, ou les *Entretiens* de M. de Fontenelle, ou encore l'œuvre si humoristique de Wells, le fameux romancier anglais.

A quoi faut-il attribuer cette floraison abondante qui nous envahit? Il sortirait du cadre de ce travail d'en énumérer toutes les causes. Je me contenterai de dire que la *Question martienne* a pris surtout un caractère d'acuité marquée depuis les travaux très originaux, sans conteste, de M. Lowell. Cet astronome américain croit que les détails observés sur la planète ne peuvent s'expliquer qu'en les supposant l'œuvre de créatures intelligentes, plus ou moins analogues aux habitants de la Terre. Prouver que Mars est habitable et habité, telle est désormais, semble-t-il, la raison d'être de la vie de M. Lowell. Son observatoire, construit dans l'Arizona à 2.200 mètres d'altitude, les travaux qu'on y entreprend, l'activité qu'on y déploie n'ont jamais eu d'autre but. A chaque opposition de la planète, M. Lowell publie ses observations[1], et, toutes, elles viennent converger; on le sent à chaque ligne de ses écrits, vers cette idée que Mars a des habitants.

Comme toute opinion fondée sur des hypothèses et des « sentimentalités », celle de M. Lowell a eu des contradicteurs. L'un, entre autres, l'illustre naturaliste anglais Wallace, l'émule de Darwin, s'est constitué l'adversaire résolu des doctrines lowelliennes, et n'a pas craint de publier ses idées dans différents ouvrages[2] qui ont eu un grand retentissement.

Outre que ce serait diminuer l'intérêt d'un aussi passionnant débat que de prendre parti pour l'un ou pour l'autre, il me semble que le moment n'est pas encore venu de se jeter dans la lice et de se mêler à la lutte.

Il me paraîtra donc d'une plus grande opportunité de demander à chaque adversaire les arguments qu'il peut fournir et de marquer les coups

---

[1] Consulter en particulier : Percival Lowell : Mars, 1896. — Id. : Mars and its Canals, 1907; — les *Bulletins de l'Observatoire Lowell* et divers articles de Revues anglaises et américaines.

[2] Alfred Russel Wallace : La place de l'homme dans l'Univers, traduction française par Mme C. Barbey-Boissier. — Id. : Is Mars habitable? A critical examination of Prof. Percival Lowell's book « Mars and its Canals », with an alternative explication.

qu'il doit raisonnablement compter à son actif. Je ne perdrai pas de vue que cet article sera écrit aussi bien pour les lecteurs que le débat intéresse, que pour ceux qui veulent savoir, qui sont prêts à croire, à condition qu'on veuille bien leur en fournir les raisons. Car il serait téméraire de vouloir se renseigner dans les Revues spéciales et les Bulletins des Sociétés, même astronomiques. On y louange les travaux de M. Lowell, — ce qui est parfait d'ailleurs, — mais on ose à peine discuter ses conclusions, et l'artificialité des canaux y apparaît comme une chose presque acquise à la science. L'esprit des lecteurs n'aurait-il pas changé depuis le Moyen-Age et serions-nous toujours au temps où l'on disait : *Magister dixit?*

Une étude parue en 1906 dans ces colonnes[1] a exposé les résultats certains de l'Aréographie. Nous prions le lecteur de s'y reporter; notre but aujourd'hui sera plus spécial, et nous chercherons quels moyens nous avons à notre disposition pour tenter un essai de la Climatologie de la planète.

I

Mars a certainement une atmosphère, mais quelle est sa densité? Telle est la première question à résoudre.

Une planète privée d'enveloppe atmosphérique, comme la Lune, nous montre un disque également lumineux au centre et sur ses bords. La présence d'une couche d'air appréciable a pour conséquence d'atténuer les détails ou même de les faire disparaître complètement, surtout près des bords. C'est précisément ce que l'on observe sur Mars : le disque de la planète semble entouré d'une auréole blanchâtre, où tous les détails disparaissent.

Si, maintenant, nous cherchons à préciser la densité d'un tel milieux gazeux, nous nous trouvons en présence de nombreuses difficultés. Evidemment, nous pouvons essayer de raisonner par analogie. Mars est un monde plutôt petit, comparé à notre globe. Son diamètre est de 6.750 kilomètres seulement et son volume n'est que le septième de la Terre. Son poids est même inférieur à celui qu'on aurait pu conclure de son volume; il ne faudrait pas moins de dix globes — 9,4 exactement — aussi pesants que Mars pour contrebalancer celui de la Terre. Un corps terrestre transporté sur Mars y subirait donc une attraction beaucoup moindre, et le calcul indique que la pesanteur y serait diminuée dans le rapport de 1 à 0,376. Autrement dit, une masse quelconque, suspendue à un peson à ressort et accusant un poids de 1.000 grammes, ne marquerait plus que 376 grammes sur notre voisine.

Il a donc paru raisonnable de supposer que, s'il existe là-bas une atmosphère analogue à la nôtre, elle doit exercer à la surface de la planète une pression bien inférieure à ce que nous constatons chez nous. Nous pouvons dire que, si notre propre atmosphère entourait Mars, la pression au niveau de la mer ne serait pas de 760 millimètres, mais de 285,7 millimètres seulement, et chaque centimètre carré ne supporterait qu'un poids de 410 grammes au lieu de 1.093 grammes, ainsi que nous le constatons sur la Terre. Ce serait une pression correspondant à celle que nous trouvons sur les montagnes les plus élevées, à 8.000 mètres d'altitude.

Mais alors un corollaire s'impose : sur Mars, l'atmosphère doit être beaucoup plus étendue, puisqu'elle est moins comprimée en raison de la faible attraction; elle peut donc se développer sur une hauteur plus considérable, et la densité de la couche gazeuse diminue moins rapidement que chez nous.

Ces idées sont loin d'être nouvelles : Proctor[1] les développait déjà il y a une vingtaine d'années lorsqu'il écrivait : « Sur notre globe, une élévation de 4.000 mètres suffit pour diminuer de moitié la pression atmosphérique. Sur Mars, il faudrait une élévation de 10.400 mètres pour arriver au même résultat. Ici, à une altitude de 21.000 mètres au-dessus du niveau de la mer, la pression atmosphérique est réduite à 1/32; à la même altitude sur Mars, elle n'est réduite que de 1/4. En admettant qu'au niveau de la mer sur Mars cette pression soit 1/7 de ce qu'elle est ici, l'air martien serait plus dense à une altitude de 29.000 mètres que chez nous à la même hauteur. A de plus grandes élévations, la différence s'accroît encore en faveur de Mars. »

On a eu aussi recours à des considérations d'ordre cosmogonique, et l'on est arrivé sensiblement au même résultat. Nous ne voyons pas de raison plausible pour que chaque planète n'ait pas retenu à l'origine une quantité proportionnelle de molécules destinées à former son atmosphère. Or, de deux corps semblables, le plus petit a la plus grande surface pour son volume; dès lors, l'atmosphère d'un corps plus petit se trouve obligée de recouvrir une plus grande surface et doit, par conséquent, être plus légère. Mais qui ne voit que de telles considérations sont fondées sur des hypo-

[1] L'Abbé Th. Moreux : La planète Mars d'après les travaux récents. *Revue générale des Sciences* du 30 nov. 1906.

[1] *Monthly Notices*, t. XLVIII, p. 307. — Proctor : Old and New Astronomy, Londres et New-York, 1888. — V. également du même auteur : Chart of Mars, from 27 drawings by M. Dawes. — Half-hours with the telescope, 1869. — Others worlds than ours, 1870. — The orbs around us, 1872. — Essays on Astronomy, 1872. — Flowers of the sky.

théses absolument arbitraires; tout cela est déduit logiquement de principes qu'il faudrait commencer à prouver et à faire admettre, et la série de postulats sur lesquels reposent nos déductions est loin d'être démontrée.

Chercher à évaluer en chiffres la quantité d'atmosphère entourant une planète, c'est vouloir, dans l'état actuel de notre science, transformer nos rêveries en réalités. Et, lorsque Proctor, en se fondant sur les différentes causes énoncées plus haut, arrive à ce résultat que la couche d'air, au niveau du sol martien, a une densité égale au 1/7 de notre atmosphère, je n'attache à son hypothèse — qu'il a d'ailleurs présentée comme telle — pas plus de créance qu'à l'opinion de M. Lowell affirmant que la densité de la couche inférieure ne dépasse pas le 1/12 de la nôtre, et qu'ainsi l'atmosphère martienne fait équilibre à une colonne mercurielle de 63 millimètres seulement. Je souscrirais plus volontiers à l'opinion du P. Secchi, qui écrivait en 1858[1] : « Mars paraît avoir une atmosphère. La clarté de son disque est beaucoup plus faible vers les bords qu'au centre; de plus, la netteté des contours, des configurations s'efface dans le voisinage des bords, ce qui semble démontrer qu'il y a là une atmosphère, mais *très faible* et certainement beaucoup moins dense que celle de Jupiter et *probablement* même que celle de la Terre. »

II

Ici se place tout naturellement une autre question : Existe-t-il des nuages à la surface de Mars? Nous allons trouver, là encore, des divergences considérables.

Pour M. Lowell, la raréfaction de l'air rend presque impossible la formation de nuages proprement dits. « La première et la plus remarquable des caractéristiques de Mars, écrivait-il récemment[2], est l'absence de nuages. Un nuage est un événement sur Mars, un phénomène rare et extraordinaire, et qui, là-bas, serait beaucoup plus apprécié que sur notre Terre, car notre voisine dans l'espace jouit d'un beau temps presque perpétuel. Du commencement à la fin du jour et d'une année à l'autre, on ne voit rien qui voile la plus petite partie de la surface de la planète. » Et, d'après lui, si certains observateurs ont cru voir souvent la présence de nuages sur la planète, sous prétexte que les détails étaient flous ou même invisibles, cela tenait ou à l'imperfection de l'instrument, ou, mieux, à la mauvaise qualité de l'atmosphère terrestre au point d'observation. Mais, dans une atmosphère pure et calme comme celle de Flagstaff, ce voile n'apparaît jamais ou à peu près.

Déjà l'astronome anglais Dawes, l'observateur « à l'œil d'aigle », écrivait en 1864[1] : « Mon impression est que l'atmosphère de la planète Mars n'est pas habituellement très nuageuse. Pendant la dernière opposition, les principales configurations se sont presque constamment montrées clairement et nettement. Je n'ai pas une seule fois pu constater qu'il y ait eu avec certitude des régions masquées par du brouillard et des nuages. La seule exception à cette permanence consiste dans des taches très blanches, notées en quelques rares circonstances et qui donnent l'impression soit de masses de neige, soit de masses nuageuses dont la surface réfléchit vivement la lumière solaire. »

D'autres observateurs, cependant, ne sont pas de cet avis et ont vu souvent le disque de Mars comme voilé par des nuages appartenant bien à la surface de la planète. En 1863, sir Norman Lockyer[2], dans une communication à la Royal Astronomical Society, décrivant ses observations de Mars pendant l'opposition de 1862, montre que, « tout en regardant comme hors de doute la fixité absolue des principaux détails de Mars, cependant chaque jour — on pourrait dire à chaque heure — il se produit des changements dans le détail et dans les tons des différentes parties de la planète, à la fois claires et sombres. Ces changements sont certainement causés par le passage de nuages sur les différents détails. » Les dessins accompagnant le Mémoire montraient les changements mentionnés et confirmaient les soupçons des effets nuageux notés déjà par Secchi en 1858[3].

Tout récemment, M. Denning, résumant ses observations de 1903, écrivait[4] : « Pendant mes observations, j'ai remarqué plusieurs changements frappants dans des objets bien apparents; ils étaient probablement occasionnés par des mouvements atmosphériques à la surface de la planète. La présence de nuages ou de vapeurs obscurcissantes ne devait cependant affecter que des régions relativement petites, car les détails étaient ordinairement visibles d'une nuit à l'autre sous des aspects semblables, en tenant compte de la définition variable. »

---

[1] Secchi : Sugli spettri prismatici dei corpi celesti, Rome, 1[illegible]7[illegible].

[2] Lowell : Mars. 1896. Ch. X. *Atmosphère*.

[1] Dawes : Hopefield Observatory, Haddenham, Bucks, Angleterre. — *Royal Astronomical Society, Monthly Notices*, t. XXV. — *Memoirs of the Roy. Astr. Soc.*, t. XXXIV.

[2] Sir Lockyer : Measures of the planet Mars, made at the opposition of 1862. *Mem. of the Roy. Astr. Soc.*, t. XXXII, p. 190.

[3] Secchi : Osservazioni di Marte, fatte durante l'opposizione del 1858. *Memorie dell' Observatorio del Collegio Romano*. Rome, 1859. — Id., nuova serie, vol. II, 1863.

[4] *Knowledge*, avril 1904.

En 1905, le Professeur W. H. Pickering[1] trouvait aussi la preuve de formations nuageuses sur un certain nombre de photographies de Mars, dont quelques-unes avaient été prises à Cambridge dans le Massachusetts en 1888, et les autres au Mont Wilson en 1890. Ces photographies ne montraient ni les canaux ni les lacs, mais elles indiquaient suffisamment une variation due aux changements météorologiques. En terminant, le Professeur Pickering faisait remarquer qu'il y a maintenant sur Mars la preuve directe d'une circulation atmosphérique effective d'humidité, qui semblerait expliquer parfaitement le transport observé des précipitations alternatives d'un pôle à l'autre pendant l'année martienne.

Je pourrais également citer mes propres observations pendant l'opposition de 1905. L'étude attentive de la planète m'a donné, en effet, la persuasion que, sept fois sur dix, le manque de netteté des détails sur Mars n'est pas attribuable à une mauvaise définition. Bien souvent, en effet, les bords de l'image sont fort nets, sans oscillations appréciables, sans déformation d'aucun genre. Si les détails du sol martien ne peuvent être facilement entrevus, cela tient simplement à la présence de *brouillards* sur notre voisine. Je n'ai jamais vu de nuages proprement dits, mais plutôt un ensemble confus rappelant de la brume.

A la suite de ces observations, M. Lowell m'a fait remarquer qu'il n'avait rien vu de semblable aux jours indiqués[2] et que le flou tenait uniquement au mauvais état de notre atmosphère. Cette explication ne me paraît point suffisante, car il est inadmissible de prétendre que l'état de notre atmosphère puisse affecter telle ou telle partie de la planète pendant des soirées entières. D'ailleurs, un astronome habitué aux observations reconnaît immédiatement s'il s'agit d'une bonne ou d'une mauvaise définition. Or, je n'ai publié que des observations faites par de très bonnes définitions et, même dans ce cas, j'ai vu plusieurs fois des régions entières tout à fait indistinctes, alors que les parties voisines laissaient apercevoir une foule de détails.

On a encore constaté d'une autre façon la présence de nuages sur la planète. Nous voulons parler des projections lumineuses hors du terminateur quand Mars présente une phase sensible.

C'est donc un fait acquis désormais : il existe sur Mars des nuages ou, mieux, des brumes et des brouillards voilant parfois une grande partie de la planète, et d'autres nuages plus épais qui apparaissent hors du terminateur.

Enfin, Mars nous présente des calottes polaires analogues à celles de la Terre. Ces calottes polaires fondent presque complètement pendant les étés martiens et se reforment durant l'hiver : ce qui suppose évidemment sur notre voisine des précipitations atmosphériques. A plusieurs reprises, on a pu assister à leur formation et en saisir le mécanisme sur le fait. M Lowell a fait d'intéressantes observations à ce sujet[1]. On pourrait croire que ce qui reste de l'ancienne calotte s'agrandit à mesure par les bords. Il n'en est pas ainsi. A quelque distance de la tache principale se forment des noyaux qui augmentent peu à peu d'étendue et viennent rejoindre la calotte primitive pour former un tout complet avec elle. Pendant des observations de ce genre faites en juillet 1903, le nouveau dépôt était parfaitement distinct et recouvrait une vaste étendue des régions arctiques et tempérées jusqu'à 55° de latitude. Quand les nouvelles couches blanches recouvrirent les restes de l'ancienne calotte, celle-ci ne disparut pas complètement, mais son emplacement était facilement reconnu en raison de son plus grand éclat. Ceci montre bien le caractère superficiel de la calotte polaire. Elle est formée de couches successives d'une substance que l'on peut raisonnablement regarder comme du givre ; au centre se trouve un petit noyau de neige perpétuelle. Puis les couches de givre s'ajoutent les unes aux autres et les observations montrent des dépôts quotidiens jusqu'au moment où toute la région polaire en est recouverte.

Tout cet ensemble de faits : diminution d'éclat sur les bords du disque, nuages et brouillards, calottes polaires, prouve, une fois de plus, que Mars a une atmosphère, qu'il y existe une circulation assez active et que, pour tout résumer en un mot, on y observe des phénomènes analogues à ceux que l'on constate sur la Terre. Seule, la raréfaction de la couche atmosphérique peut expliquer leur différence d'intensité.

III

Il nous reste maintenant à rechercher la composition de cette atmosphère. Renferme-t-elle, comme chez nous, de l'oxygène, de l'azote, de l'acide carbonique, de la vapeur d'eau ? Les nuages que nous observons sont-ils formés de gouttelettes d'eau ; les calottes polaires sont-elles de neige semblable à celle que l'on trouve sur la Terre ? Il est difficile

[1] *Harvard College Observatory Annals*, n° 8, vol. LIII, 1905. — *Nature*, 9 nov. 1905.

[2] La différence d'heure entre Flagstaff et Paris rend impossible la comparaison des dessins de la planète Mars pris le même jour aux deux endroits.

[1] *Bulletin de l'Observatoire Lowell*, n° 22, 1905. — *Nature*, 10 avril 1905. — *Popular Astronomy*, 1903.

de répondre catégoriquement à ces diverses questions ; pourtant, nous avons des données suffisamment sérieuses pour permettre de faire des suppositions raisonnables. Le point sur lequel les astronomes ont le plus discuté a été de savoir s'il existe de la vapeur d'eau dans l'atmosphère martienne: et cette question d'une substance capable de produire des nuages, des brouillards et de la neige est, en effet, fondamentale pour tous ceux qui veulent que notre voisine soit habitée. Il semble bien que, si nous jugeons par ce que nous observons des êtres connus, animaux ou végétaux, tous ont un absolu besoin d'eau, non seulement pour vivre, mais encore pour être constitués.

Le problème a été traité de différentes façons et, en l'absence de preuves expérimentales, on a eu recours dès l'abord à d'ingénieuses théories.

Les recherches modernes ont démontré que ce que nous appelons milieu gazeux n'est en réalité qu'un amas de molécules beaucoup trop petites pour être perceptibles, même dans les plus puissants microscopes. Chacune de ces molécules est animée d'un mouvement rapide, si bien que, dans la masse gazeuse, chaque molécule rencontre constamment ses voisines; de là naissent des chocs et des changements perpétuels aussi bien dans la direction que dans la vitesse. Pour chaque gaz, cependant, les molécules ont une certaine vitesse moyenne pour une température donnée, et, quand un milieu se trouve composé de plusieurs gaz comme notre atmosphère, chaque molécule de ces gaz continue à se mouvoir avec sa vitesse particulière. On est parvenu à mesurer les vitesses moyennes des molécules : c'est ainsi que, pour l'oxygène, cette vitesse n'est que de 400 mètres, tandis qu'elle atteint pour l'hydrogène jusqu'à 1.600 mètres par seconde, en supposant que la température soit la même dans les deux cas, 64° C. au-dessous de zéro, ce qui correspond à la température supposée des confins de notre atmosphère. Les vitesses extrêmes, d'après les recherches de Clerk Maxwell, peuvent être dix fois plus grandes ou plus petites.

Si la température augmente, la vitesse des molécules augmente également; ainsi, à la température de la glace fondante, 0° C., une molécule d'hydrogène se mouvant en ligne droite et n'étant arrêtée par aucune autre molécule ou corps solide, ne parcourrait pas moins de 2.000 mètres à la seconde. Dans les mêmes conditions, une molécule d'oxygène voyagerait à travers l'espace au taux de 530 mètres par seconde.

En fait, les quantités relatives de mouvement sont inversement proportionnelles aux racines carrées des densités des gaz. Or, comme l'oxygène est seize fois plus lourd que l'hydrogène, une molécule de ce dernier gaz, libre de se mouvoir en ligne droite dans l'espace, serait animée d'une vitesse quatre fois plus grande qu'une molécule d'oxygène.

D'autre part, si la température diminuait, la vitesse se ralentirait et finalement la molécule resterait immobile; le cas se présenterait au zéro absolu de température, à 273° au-dessous de zéro dans l'échelle centigrade.

Il y a quelques années, le Dr Johnstone Stoney a appliqué cette théorie cinétique des gaz à la question des atmosphères des planètes et de leurs satellites; voici comment : On sait qu'un corps lancé à la surface de la Terre est attiré par notre globe, que sa vitesse diminue peu à peu, et que, finalement, il retombe. Mais, si le corps projeté était animé d'une vitesse suffisante, il pourrait vaincre définitivement la force de la pesanteur et sortir de la sphère d'attraction de la Terre. Cette vitesse est celle qu'aurait, au moment de sa chute, un corps tombant des étoiles à la surface de notre globe et soumis seulement à l'attraction de la Terre. On a donné à cette vitesse le nom de parabolique, parce que le corps décrirait autour de notre globe une trajectoire ouverte en forme de parabole. Cette vitesse parabolique est de 11,16 kilomètres à la surface de la Terre. Autrement dit, un projectile lancé avec cette vitesse s'éloignerait indéfiniment de nous en suivant une trajectoire parabolique.

Cette vitesse critique n'est pas la même pour tous les astres: elle dépend de la masse du corps attirant; par conséquent, plus cette masse sera faible, et plus cette vitesse sera réduite. Ainsi, sur la Lune, dont la masse n'est que la quatre-vingtième partie de celle de la Terre, un corps ayant un mouvement de 2,4 kilomètres par seconde s'échapperait nécessairement. Pour le Soleil, au contraire, la vitesse critique serait de 616,4 kilomètres par seconde. Voici, d'ailleurs, les vitesses paraboliques à la surface de chaque planète : Mercure, 3,5 kilomètres par seconde; Vénus, 10,16 kilomètres; Mars, 4,98 kilomètres; Jupiter, 59 kilomètres; Saturne, 35 kilomètres; Uranus, 20,9 kilomètres; Neptune, 22 kilomètres.

On comprend facilement, d'après la théorie du Dr Stoney, que, si les molécules d'un gaz sont animées d'une vitesse égale ou supérieure à la vitesse parabolique d'une planète, ce gaz ne peut rester à sa surface. Supposons donc une molécule d'hydrogène animée d'une vitesse maxima dix fois supérieure à la vitesse moyenne; elle voyagera sur les confins de notre atmosphère à raison de 16 kilomètres à la seconde, vitesse bien supérieure à la force d'attraction de notre globe. Comme il n'y a aucune raison pour que chaque molécule n'atteigne pas un jour ou l'autre cette vitesse maxima, l'hydrogène doit sans cesse quitter la Terre et fuir à travers les espaces. Il en est probablement de même pour

l'hélium; mais ce gaz doit s'échapper lentement, puisqu'à —64° sa vitesse maxima n'est que très voisine de la vitesse parabolique. Il nous a paru intéressant de réunir dans un tableau d'ensemble la vitesse moyenne des molécules pour les principaux gaz de notre atmosphère :

TABLEAU I. — *Vitesse moyenne des molécules des gaz de notre atmosphère.*

GAZ	DENSITÉ	VITESSE PAR SECONDE	
		Température = 0° C.	Température = 64° C.
Azote	14	533 mètres.	427 mètres.
Oxygène	16	500 —	400 —
Argon	20	447 —	358 —
Bioxyde de carbone.	22	426 —	340 —
Vapeur d'eau	9	666 —	533 —
Ammoniaque	8.5	686 —	550 —
Hélium	2	1.414 —	1.131 —
Hydrogène	1	2.000 —	1.600 —

Cette théorie semble confirmée, d'après M. Stoney, non seulement par ce que l'on voit sur notre planète, mais encore par l'observation des autres corps planétaires. Vénus, par exemple, dont la masse est très voisine de celle de la Terre, nous apparaît avec une atmosphère très dense. Mercure, plus petit, semble n'avoir que très peu d'atmosphère. La Lune serait encore un exemple frappant de l'impossibilité où se trouvent les corps relativement légers de conserver une enveloppe gazeuse. Les grosses planètes, au contraire, sont entourées d'atmosphères à forte densité et l'on doit y trouver en abondance les gaz les plus légers. Quant au Soleil, l'attraction qu'il exerce dans les couches extrêmes de son atmosphère est si puissante qu'aucun gaz, même l'hydrogène, ne peut lui échapper. Nous pouvons ainsi expliquer la présence de l'hydrogène dans les atmosphères de soleils très gros comme Sirius et Véga : leur masse est suffisante pour retenir ce subtil élément lui-même.

Pour ce qui est de Mars en particulier, nous avons vu que la vitesse critique à sa surface est de 5.000 mètres en chiffres ronds : dans ces conditions, l'azote, l'oxygène, l'argon et le bioxyde de carbone peuvent y être à l'état permanent, mais la vapeur d'eau doit s'en échapper très rapidement. Or, ici, l'observation contredit nettement la théorie.

Déjà certains savants s'étaient inscrits en faux contre les conclusions du Dr Stoney. « On a cherché souvent à expliquer, en s'appuyant sur la théorie cinétique, l'absence de gaz légers dans les atmosphères planétaires. Mais alors on peut se demander pourquoi les comètes, à la surface desquelles la vitesse critique est excessivement faible, ne sont pas déjà et depuis longtemps toutes dispersées; comment aussi les planètes, qui ont été formées par des agglomérations successives de vapeurs et de gaz portés à une haute température, n'ont pas vu leurs matériaux se dissiper avant même d'avoir été réunis? Cette contradiction a, sans doute, échappé à ceux qui s'appuient sur la théorie cinétique pour dire que les petits astres ne peuvent pas conserver d'atmosphère. »

M. du Ligondès[1], à qui nous avons emprunté les lignes précédentes, arrive à cette conclusion que d'une planète à l'autre, les vitesses moléculaires à l'intérieur d'une couche atmosphérique de même densité varient exactement comme les vitesses critiques. La tendance à la dispersion des atmosphères est indépendante de la masse.

« Ce résultat, ajoute-t-il, pouvait être prévu. L'intensité de la pression, au moyen de laquelle on calcule la vitesse des molécules, n'est pas autre chose que le poids sur l'unité de surface, et comme, à l'intérieur d'une petite masse de gaz, la pression est à peu près la même en tous sens, elle doit, ainsi que le poids, suivre les variations de la gravité. D'ailleurs, les mouvements moléculaires, étant sans doute une conséquence de l'attraction universelle, obéissent à la loi de la chute des graves : $v^2 = 2gh$; le carré de la vitesse est proportionnel à l'intensité de la pesanteur à la surface de chaque planète. »

C'est donc une erreur manifeste d'attribuer à la faiblesse de l'attraction lunaire l'absence d'atmosphère autour de notre satellite ; il faut plutôt croire que la porosité du sol, attestée par le relief de la surface, a déterminé l'absorption rapide de l'eau d'abord, ensuite celle des gaz.

Il est non moins faux de dire que l'hydrogène, l'hélium et autres gaz légers ont quitté la Terre pour se concentrer autour du Soleil. Si ces gaz avaient le pouvoir de diffusion qu'on leur prête, aucun astre ne serait capable de les retenir. La théorie cinétique repose sur l'exactitude de la loi de Mariotte. Or, l'expérience apprend qu'au delà d'un certain degré de raréfaction la diminution de pression est plus rapide que celle de la densité; c'est une preuve que les vitesses moléculaires décroissent aussi. Aux limites de notre atmosphère, où la température est très basse, ces vitesses sont donc loin d'atteindre les chiffres que la théorie donne pour les couches inférieures.

En résumé, les calculs et les raisonnements sur lesquels on s'appuie pour expliquer, d'après la théorie cinétique, l'absence de gaz légers ou même l'absence totale d'atmosphère autour des planètes ou de leurs satellites, paraissent dénués de tout

[1] *Bulletin de la Société Astronomique de France*, 1903, p. 291-293.

fondement sérieux. L'application par Johnstone Stoney de la théorie de Clausius à l'étude des atmosphères planétaires semble donc abusive et sans valeur au point de vue théorique. D'ailleurs, comme nous le disions plus haut, l'observation à propos de Mars lui donne un démenti formel.

D'après Johnstone Stoney, la vapeur d'eau ne peut exister d'une façon permanente sur cette planète. Comment expliquer alors la présence de brouillards, de nuages, de calottes polaires? Ces brouillards et ces nuages ne peuvent être formés que de vapeur d'eau. Je sais bien que M. Lowell attribue les nuages et les projections hors du terminateur à des masses de poussières. Mais il resterait toujours à expliquer les calottes polaires.

De plus, comment admettre que les poussières soient si répandues dans l'atmosphère martienne sans qu'il s'y forme des nuages dus à la condensation de la vapeur d'eau? D'autre part, on a remarqué depuis longtemps, et M. Lowell a insisté sur ce point, que les calottes polaires sont entourées d'une ceinture bleuâtre épousant toutes les formes de la masse neigeuse. L'astronome américain l'attribue à la présence d'eau liquide à l'état permanent; c'est elle qui, sous une certaine épaisseur, nous paraît bleue. Cette teinte, d'après M. Lowell, prouve catégoriquement que la calotte polaire n'est pas formée d'acide carbonique solidifié, car, étant donnée la basse pression qui existe sur la planète, l'acide carbonique passerait directement de l'état solide à l'état gazeux.

Mais tout le monde n'était pas disposé à admettre cette argumentation, que M. Wallace qualifiait tout récemment[1] de « très extraordinaire et très futile ». Il semble bien toutefois que l'on soit en droit d'affirmer que ces calottes polaires sont formées d'eau congelée. Le spectroscope a donné, en effet, au commencement de cette année, la preuve définitive qu'il existe dans l'atmosphère de Mars de la vapeur d'eau en quantité considérable. Déjà, en 1862, MM. William Huggins et Miller[2] en Angleterre, Rutherfurd[3] aux États-Unis, reconnaissaient indépendamment, dans l'atmosphère de Mars, la présence d'une certaine quantité de vapeur d'eau donnant naissance à un spectre d'absorption. Plus tard, Vogel[4] en Allemagne, le Professeur Secchi[1] à Rome, Maunder[2] à Greenwich, faisaient la même constatation. Toutefois, plus récemment, les recherches de Campbell[3], de Keeler[4], de Jewel[5] sont demeurées complètement infructueuses. Celles de M. Marchand[6], à l'Observatoire du Pic du Midi, sont très discordantes. En 1905, M. Slipher, à l'Observatoire Lowell, arrivait de son côté à des résultats à peu près négatifs.

La question en était là quand le Dr Wallace publia son livre *Is Mars habitable?* Négligeant les observations de Huggins, Secchi, Vogel, Maunder, l'illustre naturaliste regardait comme seules probantes les observations négatives de Campbell et de Keeler et insistait sur l'absence de preuves spectroscopiques comme un puissant argument contre la présence de la vapeur d'eau. Dans ces conditions, la thèse de l'habitabilité de Mars devenait insoutenable et ses adversaires triomphaient complètement. Mais le triomphe fut de courte durée. Au début de l'année dernière, un télégramme[7] arrivait d'Amérique, produisant un vrai coup de théâtre dans les milieux scientifiques anglais, que la question semblait vivement passionner. L'examen d'une série de spectrogrammes obtenus par M. Slipher, le 15 janvier, ne laissait plus aucun doute sur la présence de la vapeur d'eau dans l'atmosphère de Mars. Le spectre de la Lune avait servi de terme de comparaison et, tandis que la bande d'absorption α manquait totalement sur ce spectre, elle constituait un détail très apparent sur celui de Mars.

IV

C'est ainsi que le spectroscope est venu confirmer les observations visuelles, et l'on a maintenant la preuve qu'il existe dans l'atmosphère de Mars de la vapeur d'eau susceptible à certains moments de se condenser en brouillard et en neige. Mais, pour que ces phénomènes puissent se produire, il faut que la température de l'atmosphère de la planète soit alternativement supérieure et inférieure à la température de la glace fondante, et c'est là un problème qui, en apparence, semble insoluble. On sait, en effet, que la quantité de chaleur rayonnée normalement sur une surface déterminée varie en raison inverse du carré de la distance de cette surface à la source calorifique. Il en résulte que, si la Terre se trouvait tout à coup éloignée à une dis-

[1] *Is Mars habitable?* p. 34.

[2] Miller et Huggins : On the spectrum of Mars; *Phil. Trans.*, 1864. — V. également : *Roy. Astr. Soc.*, 8 mars 1867; *Month. Not.*, t. XXVII, p. 179; *Astroph. Journ.*, vol. I, p. 193.

[3] Rutherfurd : Astronomical observations with the spectroscope, *American Journ. of Science*, janv. 1863.

[4] Vogel : Beobachtungen auf der Sternwarte zu Bothkamp. Heft I, p. 66. — *Astr. Nach.*, nº 1860. — Id. : Untersuchungen ueber die Spectra der Planeten, 1875, p. 20. — *Astroph. Journ.*, vol. I, p. 203.

[1] Sugli spettri prismatici dei corpi celesti, Rome, 1868 et 1872.

[2] *Monthly Notices*, t. XXXVIII, nov. 1877, p. 34-38.

[3] *Publ. Astr. Pac. Soc.*, t. VI, p. 228; t. IX, p. 109; *Astr. and. Astroph.*, t. XIII, p. 752; *Astroph. Journ.*, t. II, p. 28.

[4] *Astroph. Journ.*, t. V, p. 328.

[5] *Astroph. Journ.*, t. I, p. 311; t. III, p. 254.

[6] *Bull. de la Soc. astr. de France*, 1905, p. 327.

[7] *Nature*, 28 mars 1908, t. LXXVII, p. 497.

tance double du Soleil, elle en recevrait quatre fois moins de chaleur et de lumière.

Or, en supposant la Terre à la distance unité, Mars est éloigné en moyenne de 1,53 cette distance, de sorte que la chaleur reçue du Soleil par l'hémisphère boréal martien est à celle de l'hémisphère terrestre correspondant dans le rapport de 43 à 100. Comment alors expliquer, par exemple, la fonte presque complète des neiges formant les calottes polaires de Mars?

Dans une étude[1] sur *la radiation dans le système solaire*, le Professeur J. H. Poynting a cherché, par l'application de la loi de Stefan, à se faire une idée des températures des différentes planètes. « Imaginons, dit-il, un petit corps noir bon conducteur de la chaleur et placé en plein soleil à la distance de la Terre. Supposons qu'il ait un centimètre carré de section transversale, de façon qu'il reçoive 1/24 de calorie par seconde. Il atteindra bientôt une température telle qu'il donnera exactement autant qu'il reçoit et, puisqu'il est si petit, la chaleur le traversera rapidement, de sorte qu'il sera tout entier pratiquement à la même température. Une sphère de 1 centimètre carré de section transversale a une aire de 4 centimètres carrés, de sorte qu'elle doit émettre, par chaque centimètre carré de sa surface, 1/96 = 0,0104 calorie par seconde. »

Or, d'après les recherches de Kurlbaum en particulier, on connaît la quantité réelle d'énergie émise par une surface noire ou parfaitement radiante par seconde à 100° C., et par conséquent à une température quelconque. Ces recherches sont basées sur une loi proposée il y a trente ans par Stéfan et d'après laquelle le courant d'énergie est proportionnel à la quatrième puissance de la température comptée à partir du zéro absolu. Les recherches de Kurlbaum ont permis de dresser le tableau suivant de la quantité d'énergie émise par un centimètre carré de surface parfaitement radiante ou « noire » :

TABLEAU II. — *Quantité d'énergie émise par 1 centimètre carré du corps noir.*

TEMPÉRATURE ABSOLUE		CALORIES Grammes d'eau chauffés de 1° par seconde
0°		0.0
100	Ebullition de l'air.	0.000127
300	Surface de la Terre.	0,0103
1.000	Chaleur rouge.	1.27
3.000	Charbon de l'arc.	103
6.000		1.650
6.250		1.930

[1] Discours prononcé au meeting de Cambridge de la *British Association*, le 23 août 1904.

Si l'on applique ces considérations à la détermination de la chaleur reçue du Soleil par la Terre, et si l'on admet avec Langley que le courant de radiation venant du Soleil et tombant perpendiculairement sur 1 centimètre carré, hors de l'atmosphère de la Terre, doit échauffer 1 gramme d'eau de $\frac{1}{24}$ de calorie. par seconde, on trouve que la chaleur radiée par notre petite sphère noire correspond à peu de chose près à une température de 300° absolus ou 27° C. Placée à la distance de chacune des autres planètes, la température de la petite sphère noire variera nécessairement en raison inverse de la racine carrée de la distance, et l'on obtiendra les nombres suivants :

TABLEAU III. — *Température d'une sphère noire placée à différentes distances du Soleil*

DISTANCE AU CENTRE DU SOLEIL	TEMPÉRATURE CENTIGRADE	
6 millions de kilomètres.	1.200° C.	Fusion de la fonte.
23 — —	327	Presque la fusion du plomb.
A la distance de Mercure.	210	Presque la fusion de l'étain.
— de Vénus.	8[illegible]	L'alcool bout à l'air libre.
— de la Terre.	27	Chaude journée d'été.
— de Mars.	— 30	Froid arctique.
— de Neptune.	— 210	Solidification de l'azote.

Ces nombres paraîtront bien près de la réalité si nous considérons que la température moyenne de la Terre est, à 10° près, celle que fournit l'application de la loi de la quatrième puissance. On l'évalue, en effet, généralement à 16 ou 17° C. environ. La différence provient de ce que la Terre est beaucoup trop grande pour que la distribution de la chaleur par conduction joue un rôle sérieux pour l'égalisation des températures en différentes régions. D'autre part, cependant, la rotation du globe assure une température à peu près uniforme à une latitude donnée et les mouvements de l'atmosphère tendent à distribuer également la chaleur reçue. La Terre doit donc posséder à peu près la température du petit corps noir à la même distance ; mais, comme elle réfléchit une fraction de la radiation solaire, sa température moyenne sera forcément un peu inférieure.

Nous pouvons raisonner de même par analogie pour la planète Mars, en supposant toutefois, ce qui n'est probablement pas, que les conditions de constitution physique du globe martien sont les mêmes que sur la Terre. D'après les considérations précédentes, il faudrait abaisser de 10° environ la température calculée, ce qui donnerait pour la

température moyenne 37° à 40° au-dessous de zéro. Pour le Professeur Poynting, la température moyenne de la planète ne doit pas différer beaucoup de ces chiffres. « A moins, conclut-il, que cette planète soit très différente de la Terre, sa surface entière est au-dessous du point de congélation ». En somme, pour le Professeur Poynting comme pour Fizeau[1], on est conduit à l'hypothèse de l'existence, à la surface de Mars, d'immenses glaciers analogues à ceux de notre globe, mais d'une étendue beaucoup plus considérable encore.

Cette hypothèse est cependant en contradiction complète avec ce que nous montre l'observation de la planète. La neige, qui en hiver couvre des étendues considérables, fond presque entièrement au cours de l'été ; on constate souvent la présence de brouillards ou de nuages, et nous avons vu que le spectroscope décèle dans l'atmosphère martienne la présence de la vapeur d'eau. La température doit donc être en général pendant le jour supérieure au point de congélation. Comment expliquer cette anomalie ? Il est vrai qu'on a voulu voir dans les calottes polaires de l'acide carbonique solidifié. Mais nous avons vu plus haut que, d'après M. Lowell, cette théorie paraît bien inadmissible, en raison de la présence constante d'une bande bleuâtre sur les bords de la masse neigeuse.

V

Il faut donc rechercher ce qui peut ainsi relever la température dans l'atmosphère de notre voisine. A la suite de travaux très intéressants, M. Lowell arrive à ce résultat que le pouvoir calorifique réel à la surface de Mars est très supérieur à ce qui existe sur la Terre et doit produire une température moyenne de + 22° C., en supposant Mars protégé, comme la Terre, par une atmosphère dense et très chargée d'eau. Mais l'atmosphère martienne, par suite de sa rareté, ne peut remplir aussi efficacement ce rôle protecteur; cependant, M. Lowell regarde comme très probable que, tout en étant plus rare, l'atmosphère de notre voisine renferme une plus grande proportion de vapeur d'eau et d'acide carbonique. Il est ainsi amené à fixer la température moyenne de Mars à près de 9° C. ; c'est presque exactement la même température que celle de la moitié méridionale de l'Angleterre.

Enfin, comme complément de ces recherches, le Professeur Lowell trouve que le point d'ébullition de l'eau sur Mars serait environ 44° C., la quantité d'air par unité de surface étant à peu près égale aux deux-neuvièmes de ce que l'on constate sur la Terre, tandis que la densité probable de l'atmosphère martienne est seulement de 63 millimètres, soit le douzième de la densité de notre couche atmosphérique.

La base même de tous ces calculs est trop fragile pour qu'on puisse accorder une grande confiance aux résultats. Mais doit-on, par suite, adopter la conclusion du Professeur Poynting, qui, après avoir discuté certains points de l'étude de M. Lowell, affirme que la température de Mars, avec les données fournies par le célèbre astronome américain, reste encore très au-dessous du point de congélation? « Je pense, ajoute le Professeur Poynting, qu'il est impossible de porter la température de Mars à un point aussi élevé que la valeur obtenue par le Professeur Lowell, à moins de supposer que son atmosphère possède des qualités entièrement différentes de celles que nous connaissons à notre propre atmosphère. »

En tout cas, l'observation semble bien prouver que la température du sol de Mars est relativement élevée, et c'est à cette conclusisn que j'étais déjà arrivé en 1905[1]. Mais n'oublions pas que tous ces chiffres ne peuvent fournir que des approximations très grossières, étant donné le peu de documents que nous possédons sur l'état de l'atmosphère de la planète. Nous savons seulement que cette atmosphère est plus faible que la nôtre, sans qu'il nous soit possible de dire avec quelque certitude dans quelle proportion. Et cette raréfaction même n'est pas une des moindres difficultés lorsqu'on aborde la détermination de la température de la planète.

Sur la Terre, notre atmosphère relativement dense, chargée de vapeur d'eau et d'acide carbonique, sert de manteau protecteur contre le rayonnement de la chaleur superficielle ; elle emmagasine en même temps une grande partie de la chaleur solaire qui la pénètre. Elle joue encore le rôle de régulateur : c'est par les courants aériens que se fait le transport de calorique des régions équatoriales aux régions polaires.

Or, sur Mars, l'atmosphère, nous l'avons vu, est relativement rare. D'autre part, les grandes masses océaniques qui, sur notre globe, jouent un rôle analogue à celui de l'atmosphère, font complètement défaut sur notre voisine. Il en résulte que la température doit subir des écarts considérables, et théoriquement les différences doivent être énormes entre les régions polaires et les régions équatoriales, et entre le jour et la nuit surtout. Grâce, en effet, à la basse pression qui existe à la surface de la planète, l'eau peut à peine rester à l'état liquide. Pendant la journée, les rayons solaires la réduisent en vapeur, tandis que le froid brusque de la nuit ou

[1] *Académie des Sciences*, séance du 25 juin 1888. — *L'Astronomie*, août 1888.

[1] *Rev. gén. des Sciences*, 30 nov. 1906, p. 918.

la moindre variation de température doit amener la production de rosée, ou de brumes et de brouillards plus ou moins opaques réfléchissant la lumière blanche. Un froid plus rigoureux précipite la vapeur d'eau en flocons de neige, ou la fait se déposer sous forme de gelée blanche ; différentes régions semblent même en être recouvertes d'une façon continue : ce sont, sans doute, de hauts plateaux. Les neiges polaires elles-mêmes ne sauraient atteindre une forte épaisseur, car la considération d'un été deux fois plus long que les nôtres ne pourrait expliquer la fonte parfois complète des calottes polaires.

Dans ces conditions, la fusion des neiges polaires ne peut pas donner de très grandes quantités d'eau. Miss Clerke[1] était arrivée, par des calculs que nous croyons inutile de reproduire ici, à conclure que l'eau résultant de la fonte des neiges des pôles ne pourrait pas, répartie sur toutes les surfaces sombres, donner plus de *quarante-trois millimètres* d'eau de hauteur. C'est peu, vraiment, pour subvenir aux besoins de la végétation. Il est vrai que M. Lowell[2] proteste énergiquement contre les chiffres de Miss Clerke ; pour lui, la hauteur de l'eau provenant de la fusion des neiges ne serait certainement pas inférieure à *soixante-quinze centimètres*.

Ajoutons qu'un tel débat est parfaitement puéril, et qu'il nous est actuellement impossible de tenter de pareilles déterminations avec quelque chance de succès. Cependant, la célèbre théorie du Professeur Lowell repose entièrement sur cette supposition que toute l'eau nécessaire à la végétation provient de la fonte des neiges polaires. Tel serait, du moins, le résultat de ses observations. Le principal caractère des canaux, et d'une façon générale de la surface de la planète, est certainement la variabilité. Rien, en effet, ne paraît stable sur ce monde voisin ; la teinte des détails, leur intensité, leur visibilité, tout cela paraît soumis à des changements perpétuels. Ces changements s'opèrent, sans doute, en vertu d'une loi qui nous échappe encore, mais que M. Lowell a entrepris d'élucider.

Après avoir réuni tous ses dessins, l'astronome américain fut frappé de ce fait que tous les canaux ne sont pas visibles à la fois, et l'époque de l'apparition de chaque canal pendant l'année martienne paraît d'autant plus tardive que l'objet se trouve plus loin du pôle tourné vers le Soleil ; d'où il résulterait que le développement des canaux serait gouverné par une force synchronique dans son début avec la fusion des glaces polaires. Or, cette force se propage peu à peu, de latitude en latitude, jusqu'au delà de l'équateur. Tels sont les faits que M. Lowell[3] prétend avoir constatés pendant l'opposition de 1903. Quelle explication en donne-t-il ?

Sur la Terre, la végétation, pour apparaître, a besoin de deux facteurs principaux : le soleil et l'eau. L'eau ne fait défaut presque nulle part ; il suffit donc de l'apparition d'un soleil plus ardent au printemps pour voir se manifester la vie végétale. Sur Mars, au contraire, l'eau est excessivement rare, si rare qu'après chaque hiver elle se trouve presque complètement reléguée aux deux pôles, où nous la voyons à l'état solide. Dès lors, pour que les végétaux puissent renaître à la vie, il faut que les neiges et les glaces polaires soient fondues et que l'eau ainsi libérée aille arroser les régions fertiles de la planète. Cette fusion ne peut se produire que sous l'action d'un soleil plus chaud, par conséquent assez élevé au-dessus de l'horizon. Les régions polaires seraient alors les premières à être irriguées et à montrer les traces de la végétation. Puis, peu à peu, cette eau s'écoulerait vers l'équateur, donnant partout naissance, sur son passage, à une vie végétative intense, se traduisant pour nous par l'apparition successive des canaux. Mais, comme aucune loi physique ne peut expliquer l'écoulement de cette eau vers l'équateur, surtout à travers un sol desséché, M. Lowell en conclut que *les taches appelées canaux sont entretenues artificiellement*.

M. Lowell avait espéré confirmer toutes ces vues par l'obtention de photographies du disque de la planète. Malheureusement, au foyer des plus grands instruments, Mars nous apparaît comme un disque bien faible sur les plaques photographiques. Sans contester les résultats obtenus, et qui font grand honneur à la persévérance des astronomes de Flagstaff, nous devons avouer que les épreuves, même agrandies, ne peuvent constituer un progrès dans la connaissance de la planète. Ce que l'on voit facilement sur les clichés, ce sont les détails importants, au sujet desquels nulle contestation n'est possible.

Tous les astronomes qui ont étudié la planète depuis quarante ans sont d'accord sur les grandes configurations, les seules que montrent les photographies.

Le dédoublement des canaux, que M. Lowell prétend voir sur ses épreuves, me paraît bien sujet à caution. J'ai eu ses clichés entre les mains et je dois avant tout à la vérité d'affirmer que je n'ai jamais constaté de dédoublement aussi net que sur ses dessins. Il existe bien des canaux élargis, mais aucun n'est vraiment double.

Je n'insisterai pas sur la fragilité des hypothèses basées sur l'examen de la visibilité des lignes fines

[1] *Edinburgh Review*, oct. 1896 : New Views about Mars.
[2] *Nature*, 19 mars 1908, t. LXXVII, p. 461.
[3] *Bulletin de la Société belge d'Astronomie* : Les Caractères de Mars. — V. également, dans *The Century illustrated Monthly Magazine*, différents articles publiés en 1907 et 1908 sous le titre général : Mars as the abode of life.

aperçues par M. Lowell. Il m'a cependant paru opportun de faire connaître dans une vue d'ensemble l'œuvre entreprise à Flagstaff.

VI

Il serait maintenant bien superflu d'essayer de dégager des conclusions certaines relatives à la climatologie de la planète Mars.

L'ensemble des travaux que nous avons exposés, avec la plus grande impartialité possible, nous montre que, dans le domaine de l'Aréographie, tout reste à faire ; nous commençons seulement à en aborder l'étude, nous en sommes aux premières pages.

Cette question d'Astronomie physique est encore loin de recevoir une solution satisfaisante : les raisons nous en paraissent faciles à concevoir.

D'une part, le sujet se rattache aux problèmes les plus ardus de la Physique moderne, à ceux qui, à peine posés d'hier, soulèvent déjà les plus ardentes polémiques.

D'autre part, une théorie n'est satisfaisante qu'à une condition : celle de grouper autour d'une idée générale un très grand nombre de faits.

Or, il ne faut pas craindre de l'avouer, dans l'étude de la planète Mars, ce sont précisément les faits qui nous manquent ; et par là nous entendons dire les faits scientifiques, rigoureusement constatés et contrôlés.

Cela n'a rien qui doive nous étonner ; l'Astronomie est encore bien mal outillée pour étudier un disque apparent aussi faible que celui de la planète Mars ; à chaque opposition, notre science n'augmente donc que d'une infime quantité, et personne ne pourrait prévoir le jour où l'abondance des faits les mieux établis nous permettra d'arriver à d'intéressantes et légitimes conclusions.

Ce n'est certes pas une raison pour abandonner la partie. Ce qui arrive pour l'étude de la planète Mars se produit journellement dans tous les domaines de la science. A mesure que nous serrons de plus près une question, quelle qu'elle soit, nous sommes amenés tout naturellement à traiter les sujets les plus divers ; l'horizon s'élargit dès que nous avançons et nous avons vite fait d'atteindre ce que Lord Kelvin se plaisait à appeler « les limites de notre science ».

Abbé Th. Moreux,
Directeur de l'Observatoire de Bourges.

LA RÉSISTANCE DE L'AIR
ET LES RÉCENTES EXPÉRIENCES DE M. G. EIFFEL

On admet que, lorsqu'un corps solide est animé d'un mouvement relatif par rapport à l'air ambiant, il éprouve de la part de celui-ci une résistance qui peut avoir une inclinaison variable par rapport à la direction du mouvement et qui est fonction de la vitesse. Lorsque le mouvement est rectiligne et lorsque le corps est symétrique par rapport à un axe parallèle à la direction du mouvement, on admet que l'effort lui est également parallèle et qu'il est fonction de la vitesse. On admet même que cet effort est égal au produit d'un certain nombre qui dépend de la forme et des dimensions de l'objet, multiplié par le carré de la vitesse. On est, de plus, disposé à admettre, sous certaines corrections, que, pour des corps semblables, le nombre par lequel il faut multiplier le carré de la vitesse est proportionnel à la surface de la maîtresse section, c'est-à-dire de la plus grande section perpendiculaire au mouvement. Comme il s'agit de corps semblables, cette section est évidemment proportionnelle au carré des dimensions homologues. La résistance que l'air oppose au mouvement du corps est exprimée par une formule de la forme φSV^2, dans laquelle φ est un coefficient dépendant de la forme du corps, S la surface de la maîtresse section, et V la vitesse relative. Par suite, le coefficient φ est une caractéristique de la forme du corps en mouvement. On peut le comparer au coefficient d'un corps de forme déterminée qui serait pris pour étalon. Si nous appelons K le coefficient relatif à cette forme spéciale, pour les corps de cette forme, la résistance sera exprimée par la formule KSV^2, et, pour un corps quelconque, il suffira de connaître le rapport $\frac{\varphi}{K}$ entre le coefficient d'une surface quelconque et celui de la surface-étalon.

La surface-étalon la plus simple est évidemment celle d'un plan se mouvant perpendiculairement à lui-même. C'est cette surface qui a été généralement adoptée. Mais, comme il est démontré par l'expérience que la résistance de l'air ne dépend pas seulement de la surface-avant du corps en mouvement, mais aussi de sa surface-arrière, il est nécessaire pour l'étalon de définir également la forme arrière, et l'on a adopté un plan parallèle au

plan avant et aussi rapproché que possible de celui-ci. La réalisation du solide très peu épais compris entre ces deux plans parallèles a été désignée sous le nom de *plan mince*, et la connaissance du coefficient de résistance normale du plan mince a déjà fait l'objet de nombreuses recherches expérimentales.

Le coefficient K est donc le nombre par lequel il faut multiplier le produit de la surface S d'un plan mince par le carré de la vitesse V avec laquelle il se déplace dans l'air perpendiculairement à lui-même, pour obtenir la force avec laquelle l'air résiste au déplacement. Dans la formule $F = KSV^2$, F est exprimé en kilogrammes, S en mètres carrés, et V en mètres par seconde. Si la surface du plan mince est de 1 mètre carré et si la vitesse est de 1 mètre par seconde, on aura $F = K$. On peut donc dire que ce coefficient est numériquement égal à la résistance de l'air au mouvement orthogonal d'un plan mince de 1 mètre carré de surface à la vitesse de 1 mètre par seconde.

Ce coefficient est d'une extrême importance dans toutes les questions d'Aérodynamique. On devrait, pour être rigoureux, l'appeler *coefficient de résistance d'un plan mince se mouvant orthogonalement dans l'air*; mais, pour plus de simplicité, on le désigne universellement sous le nom de *coefficient de la résistance de l'air*. Cette expression montre, d'ailleurs, toute l'importance qu'on y attache.

Il est facile de se rendre compte que, lorsqu'un corps de forme quelconque, se déplaçant dans l'air, est soumis à une force constante, au lieu de prendre un mouvement uniformément accéléré comme s'il se mouvait dans le vide, il prend, *au bout d'une certaine période de mise en train*, une vitesse uniforme. Ce régime permanent a lieu quand, par suite de l'accroissement de la vitesse, la résistance de l'air est égale à la force constante imprimée au corps. En particulier, un corps pesant tombant dans l'air, après une période d'accélération plus ou moins longue, prend une vitesse uniforme. Plusieurs expérimentateurs ont utilisé cette propriété pour déterminer le coefficient de résistance de l'air. Ils ont laissé tomber librement un plan mince horizontal lesté et l'ont observé à partir du moment où il avait pris une vitesse uniforme. Dans ces conditions, KSV^2 était égal au poids de l'appareil; S et V étaient connus; K pouvait donc se déduire sans difficulté. Ce fut, en particulier, le procédé employé par l'abbé Le Dantec au Conservatoire des Arts et Métiers, et par MM. Cailletet et Colardeau à la Tour Eiffel.

D'autres expérimentateurs ont préféré attacher le plan mince ou l'objet dont on voulait rechercher le coefficient de résistance à l'extrémité du bras d'un manège, animé, celui-ci, d'un mouvement de rotation uniforme, et, par des procédés variables, déterminer la résistance de l'air au corps dont la surface et la vitesse étaient connues.

Chacun de ces deux procédés présente des inconvénients. Le premier est excellent au point de vue théorique; mais il est d'une application difficile pour les grandes vitesses. Le régime permanent s'établit, en effet, avec rapidité quand la surface est considérable, et il correspond à une vitesse uniforme de peu de valeur. Si la surface est très faible, la période de mise en train est très longue et l'on n'a pas le temps d'atteindre la vitesse de régime, qui, dans ce cas, est considérable.

Les grandes vitesses peuvent être très facilement obtenues par la méthode du manège, mais on reproche à celle-ci, avec raison, d'animer le corps d'un mouvement de rotation et non d'un mouvement rectiligne, ce qui fausse tous les résultats, à moins que le manège n'ait les bras tellement longs que l'on puisse négliger les effets de la force centrifuge. Or, jusqu'à présent, aucun manège n'a eu, en réalité, des dimensions suffisantes pour qu'on puisse le supposer.

Ainsi, avec la méthode de la chute libre, on ne peut atteindre que des vitesses faibles, quelques mètres par seconde; la méthode du manège permet, au contraire, des vitesses rapides, mais dans des conditions qui altèrent d'une façon considérable et inconnue les résultats cherchés.

Aussi, le Colonel Renard ne considérait le manège que comme un instrument de comparaison permettant de déterminer le rapport entre le coefficient φ d'un corps de forme quelconque et le coefficient K fondamental du plan mince. Mais il était persuadé que ce dernier coefficient ne pouvait être obtenu que par des expériences où le mouvement relatif serait rectiligne. Il avait même l'intention, dans ce but, d'employer la méthode du *tunnel*, c'est-à-dire de faire parcourir un long cylindre par des courants d'air rectilignes et uniformes de vitesses considérables, courants d'air auxquels seraient exposés le corps et, en particulier, le plan mince à expérimenter. La mort ne lui a pas permis de réaliser ce projet.

Et pourtant, il y avait là une lacune à combler? Les vitesses de l'air peuvent, en effet, se partager en plusieurs catégories suivant leurs valeurs numériques : les vitesses faibles, jusqu'à 4 ou 5 mètres par seconde, ne présentent qu'un intérêt théorique; au delà, jusque vers 50 mètres par seconde, sont les vitesses moyennes, qu'on pourrait appeler les vitesses météorologiques ou aéronautiques. Ce sont celles des vents usuels, ce sont aussi celles des aéroplanes ou des dirigeables. Elles intéressent donc au plus haut degré les ingénieurs au point de vue de la stabilité des constructions, les marins au

point de vue de la navigation à voile, les aéronautes et les aviateurs au point de vue de la navigation aérienne. Au delà sont les grandes vitesses, qu'on pourrait appeler balistiques et qui intéressent plus spécialement les artilleurs.

Or, on savait par les expériences de chute libre qu'aux vitesses faibles la loi du carré de la vitesse est sensiblement exacte. On savait aussi qu'aux vitesses moyennes les expériences de manège démontrent également l'exactitude de la même loi, mais ne peuvent pas, par elles seules, en fournir le coefficient fondamental. On savait enfin qu'aux grandes vitesses la loi cesse d'être exacte; toutes les mesures faites sur des projectiles l'ont démontré. Pour les vitesses moyennes, qui, en dehors de la Balistique, sont les seules à considérer dans la pratique, on se trouvait donc dans une situation assez peu satisfaisante; la loi du carré de la vitesse, sur laquelle sont basés tous les calculs d'Aérodynamique, n'était pas démontrée d'une façon rigoureuse pour les mouvements rectilignes.

I

C'est cette lacune que M. Eiffel a voulu combler. Ses expériences portent sur des corps animés de mouvements rectilignes aux vitesses que nous avons appelées moyennes, c'est-à-dire, dans la pratique, comprises entre 15 et 40 mètres par seconde. Sa méthode consiste dans une chute libre verticale exécutée du haut de la seconde plate-forme de la tour Eiffel. Mais cette hauteur n'est pas suffisante pour atteindre le régime uniforme avec les vitesses qu'il se proposait d'expérimenter; il renonça à ce moyen et se contenta d'observer d'une façon continue le mouvement varié de l'appareil. Si, à un moment donné, on connaît non seulement la vitesse, mais l'accélération du corps à expérimenter, le produit de la masse par cette accélération donne la force d'inertie du corps. Cette force est verticale et dirigée de bas en haut, et fait équilibre à l'ensemble des forces verticales appliquées au même instant au corps en expérience. Or, ces forces verticales sont au nombre de trois : le poids de l'objet, dirigé de haut en bas; la résistance de l'air cherchée, dirigée de bas en haut; et, enfin, l'effort exercé par un ressort, effort variable et mesurable, et qui prend de lui-même la valeur nécessaire pour qu'il y ait équilibre entre toutes les forces verticales. Le poids et la masse du corps, son accélération, la force du ressort sont connus; on peut donc en déduire la résistance inconnue de l'air au déplacement du corps en question.

En somme, la théorie est simple, mais l'exécution est assez compliquée. Dans le volume qu'il a publié pour rendre compte de ses expériences,

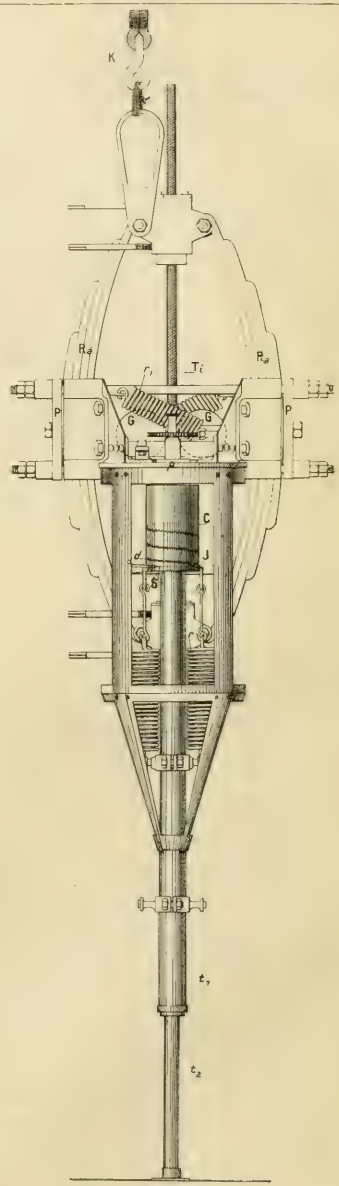


Fig. 1. — *Appareil pour l'étude de la résistance de l'air (élévation de l'appareil ouvert).* — R_a, ressort à lames s'appliquant sur les coussinets; P, plaque servant au bandage des ressorts par les tiges boulonnées T_i; p, plateau support; t_1, tube fixe formant guide; t_2, tube mobile portant la plaque d'essai; G, galets de transmission du mouvement au cylindre; r_1, ressort appuyant les galets sur le câble; J, joug guidé tirant sur les ressorts dynamométriques r; d, diapason fixé au joug et portant le style S; C, cylindre enregistreur entraîné par les galets.

M. Eiffel donne une description détaillée de son appareil. L'inspection des figures 1 et 2 permet de voir les dispositions prises. Le lecteur pourra s'y reporter pour mieux comprendre l'exposé nuisibles. La principale consiste en ce que deux corps symétriques par rapport au câble sont reliés ensemble et descendent simultanément. Le mouvement vertical de l'obus est enregistré d'une

Fig. 2. — *Appareil de chute pour mesurer la résistance de l'air.* — L'appareil, après la chute, est engagé sur le cône d'arrêt.

que nous allons faire du principe de l'appareil.

Un corps de forme cylindro-conique, que, pour abréger le discours, nous appellerons l'obus, descend d'une hauteur d'environ 20 mètres, guidé par un câble vertical fixe. Des précautions minutieuses sont prises pour éviter sur le câble des frottements manière continue au moyen d'un diapason *d*, dont une des branches porte un style S, qui trace une courbe sur un cylindre vertical C animé d'un mouvement de rotation, avec une vitesse proportionnelle à celle de la chute. L'obus ne porte pas directement la surface à expérimenter; celle-ci est fixée,

à une certaine distance au-dessous de sa pointe inférieure, à une tige verticale t_2 qui peut se déplacer d'une certaine quantité par rapport à l'obus. A ce mouvement relatif s'oppose un ressort R_2, qui cède d'une façon plus ou moins considérable, et qui entraîne avec lui le diapason dont nous avons parlé plus haut. Si, au lieu d'être porté par un diapason, le style était porté par une barre rigide, ou si l'on ne mettait pas le diapason en vibration, le style tracerait sur le cylindre une courbe dont les abscisses seraient proportionnelles à la hauteur de chute et dont les ordonnées seraient proportionnelles au déplacement du ressort par rapport à l'obus. Or, ce déplacement du ressort est proportionnel à la tension de celui-ci. Ainsi que nous l'avons vu, cette tension est l'une des quatre forces verticales auxquelles est soumis le corps en expérience. La courbe ainsi tracée sur le cylindre permet donc de connaître la tension du ressort en fonction de l'espace parcouru.

Cette relation ne suffit pas pour déterminer la résistance de l'air, car la force d'inertie du corps expérimenté entre dans la formule. Il faut donc connaître non seulement l'espace parcouru, mais l'accélération en chaque point. C'est ce renseignement qui nous est donné par le diapason. Lorsqu'on le met en vibration, le style trace une ligne sinussoïdale de part et d'autre de la courbe dont nous venons de parler, et, comme la vitesse de vibration du diapason est connue (environ 100 vibrations par seconde dans l'appareil de M. Eiffel), chaque ondulation correspond à un temps déterminé. Plus les ondulations sont rapprochées, plus la chute est lente; plus, au contraire, elles sont éloignées, plus la chute est rapide. En mesurant la longueur de projection horizontale des ondulations en différents points de la courbe, on peut en déduire la vitesse en chaque point, et, en comparant les vitesses successives, obtenir la valeur de l'accélération. D'ailleurs, si l'accélération est indispensable à connaître, puisqu'elle entre dans la formule qui donne la résistance de l'air, la connaissance de la vitesse est également nécessaire pour elle-même; car, la résistance étant proportionnelle au carré de la vitesse, il est indispensable d'avoir la valeur de celle-ci pour trouver le coefficient K lorsqu'on connaît la résistance et la surface.

L'appareil présente une foule de dispositions ingénieuses, notamment pour le frénage à la fin de la chute; nous nous bornons à les signaler.

De l'examen des diagrammes tracés par le diapason, il fallait déduire les valeurs cherchées des vitesses, de la résistance et du coefficient. M. Eiffel a imaginé, dans ce but, une méthode de calcul fort ingénieuse, dont l'exposé forme l'objet du deuxième chapitre de son ouvrage.

Des précautions minutieuses semblent avoir été prises pour éviter toutes les causes d'erreur; l'impression qui se dégage de cette lecture est la confiance qu'on peut avoir dans les résultats obtenus. Il s'y mélange peut-être même un certain sentiment d'inquiétude, car, en voyant les précautions nombreuses qui ont été prises pour se mettre à l'abri de causes d'erreur à la plupart desquelles le lecteur n'aurait pas pensé, il se demande si l'expérimentateur a bien songé à toutes les causes d'inexactitude possibles et s'il n'y a pas encore quelque correction dont l'utilité ait pu échapper à sa perspicacité. Pour notre compte, nous pensons que ces expériences ont été conduites avec autant de conscience et de sagacité qu'il est possible d'en apporter.

Nous signalerons, en particulier, la règle excellente que M. Eiffel a adoptée avec une intransigeance dont on ne saurait trop le louer. Il s'est abstenu de faire ses expériences quand le vent avait une valeur appréciable. Le moindre vent suffisait, en effet, d'après lui, pour donner de la dissymétrie aux efforts par rapport à la verticale et provoquer ainsi des frottements sur le câble-guide. Des banderolles très légères permettaient, par leur immobilité, de constater l'absence de vent. De plus, l'inspection des diagrammes révélait les cas où il s'était produit des frottements anormaux.

Telle est la raison pour laquelle M. Eiffel déclare avoir voulu opérer exclusivement en air calme.

Cette raison est excellente, mais il en est encore une autre. En admettant même que le frottement sur le câble ou toute autre cause du même genre ne vienne pas fausser les résultats en cas de vent, celui-ci est toujours nuisible. La présence seule d'un courant d'air horizontal change, en effet, la direction du vent relatif. On ne pourrait donc, en pareil cas, considérer la méthode comme donnant la mesure de la résistance de l'air parallèlement au sens du mouvement de l'obus. Un vent ayant une vitesse égale à la vitesse de chute aurait pu doubler la composante verticale de la résistance, et un vent dont la vitesse aurait été égale à 20 °/₀ de la vitesse de l'obus aurait augmenté la résistance verticale de 4 °/₀ de sa valeur normale. Il était donc, à tous égards, de la plus haute importance de s'abstenir de faire des expériences par le vent et de rejeter celles qu'on aurait pu exécuter par inadvertance.

II

L'exposé des résultats obtenus fait l'objet du troisième chapitre du volume. Les expériences ont été nombreuses et variées. On a essayé des plans circulaires, carrés, rectangulaires avec un allongement de 2, rectangulaires avec un allongement de 4.

Pour les plans circulaires, on a essayé successivement des surfaces de 1/16, 1/8, 1/4 et 1/2 mètre carré. Il en a été de même pour les plans carrés, et pour ceux-ci on a été jusqu'à 1 mètre carré. Pour les rectangles à faible allongement, on a essayé les surfaces de 1/8 et 1/4 de mètre carré; pour les rectangles à grand allongement, des surfaces de 1/16 et 1/8 de mètre carré.

Les vitesses ont varié de 17ᵐ,60 à 41ᵐ,05. Pour chaque surface, la loi de la proportionnalité au carré de la vitesse a été très sensiblement vérifiée; les écarts sont tellement faibles que les ingénieurs peuvent absolument les négliger dans la pratique. Les valeurs trouvées pour le coefficient de résistance oscillent entre 0,065 et 0,082; ce dernier chiffre est exceptionnel et la valeur moyenne générale est de 0,074. Ce chiffre est notablement inférieur à la plupart de ceux qui avaient été antérieurement établis.

Pour une surface de forme déterminée, le coefficient augmente légèrement avec les dimensions. C'est ainsi que, pour un plan carré de 1/16 de mètre carré de surface, la valeur du coefficient est de 0,070, et que, pour une surface semblable de 1 mètre carré, le coefficient atteint 0,079. Une progression analogue se constate avec toutes les formes.

Le coefficient de résistance, à surface égale, est plus faible pour un cercle que pour un carré, pour un carré que pour un rectangle à faible allongement, et pour le rectangle à faible allongement que pour celui qui est très allongé.

M. Eiffel a fait une autre série d'expériences, qui peuvent avoir un réel intérêt pour les applications pratiques. Il a mesuré, en particulier, la résistance au mouvement d'un treillis, et il a constaté que cette résistance est plus grande, non pas que celle de la surface pleine si le treillis n'avait pas été évidé, mais plus grande que pour une surface continue équivalente aux pleins laissés dans le treillis.

Il a également cherché si des plans voisins disposés sensiblement au même niveau influent les uns sur les autres; cette influence a été reconnue négligeable.

Il a ensuite étudié la résistance de l'air sur des plans minces égaux et superposés avec un certain intervalle. Il a trouvé que, dans ce cas, la résistance diminue sensiblement et que cette diminution est plus considérable lorsque l'intervalle des deux surfaces augmente. C'est évidemment faux, si la dernière surface est assez éloignée pour être soustraite à l'influence de la première; mais, jusqu'à un écartement égal à une fois et demie le diamètre des cercles expérimentés, la diminution de résistance a été vérifiée.

M. Eiffel a fait ensuite tomber non plus des cercles minces, mais des cylindres dont les bases étaient espacées comme les plans superposés dans l'expérience précédente, et qui se trouvaient reliées l'une à l'autre par une surface cylindrique. Il est remarquable que, dans ce cas, la résistance, pour un écartement des bases égal à une fois et demie le diamètre, s'est trouvée à peu près la même que dans le cas des surfaces superposées; ce qui semble prouver qu'entre ces deux surfaces se trouvait une gaine d'air immobile et que l'ensemble se comportait à peu près comme un cylindre solide.

Enfin, M. Eiffel a étudié, toujours avec la même méthode, la résistance sur des cônes et des hémisphères creux. Il n'a pas étudié la résistance de la sphère ni des corps fusiformes analogues aux ballons dirigeables.

Pour terminer ses expériences, il a abordé une étude des plus importantes, celle de l'effort exercé sur des plans se déplaçant obliquement par rapport à l'air. Mais, comme son appareil exigeait que la résistance de l'air fût toujours verticale, pour éviter des frottements latéraux, il étudia des plans jumellés et symétriquement inclinés, de manière que la résultante des efforts sur ces deux surfaces fût verticale. La question qu'il s'agissait d'élucider dans ce cas était de trouver le rapport entre l'effort normal exercé sur un plan se mouvant obliquement par rapport à l'air et l'effort exercé sur le plan de même surface dans le cas du mouvement orthogonal. Si l'on appelle R_i la résistance normale à un plan qui se meut en faisant un angle i avec la direction du mouvement, et R_{90} celle d'un plan qui se meut orthogonalement, le rapport $\frac{R_i}{R_{90}}$ est donné par une loi expérimentale qu'on appelle la *loi de la résistance de l'air aux plans obliques*. Cette loi est de la plus haute importance pour toutes les questions de propulseurs et de sustentateurs aériens; un grand nombre d'expérimentateurs ont cherché à l'exprimer par des formules, et M. Eiffel s'est proposé le même but dans ses dernières expériences.

III

Après avoir résumé les résultats obtenus, M. Eiffel compare les valeurs qu'il a trouvées pour la résistance de l'air avec celles qui avaient été données antérieurement.

Les plus anciennes expériences connues, citées par lui, sont dues à Smeaton et remontent à 1782. Le coefficient trouvé par cet expérimentateur était égal à 0,122. En 1786, Hutton trouva 0,081. Puis une suite d'expériences donnèrent des chiffres supérieurs à 0,100 et atteignant 0,125, si bien qu'il y a une trentaine d'années on considérait ce chiffre

comme le plus digne de foi. Mais des expériences plus récentes ont abaissé cette valeur : Langley donnait 0,081, l'abbé Le Dantec 0,080, MM. Cailletet et Colardeau 0,070. La valeur moyenne établie par M. Eiffel est de 0,074. Il est certain que les expériences modernes méritent plus de confiance que celles d'autrefois; on doit donc admettre que le coefficient de la résistance de l'air est compris entre 0,070 et 0,080 et que le chiffre de M. Eiffel doit se rapprocher considérablement de sa véritable valeur. Il est à noter que l'expérience de Hutton, qui était seule, parmi les anciennes, à donner un chiffre inférieur à 0,100, et qui, à ce titre, était généralement considérée comme inexacte, se trouvait, au contraire, la plus rapprochée de la vérité.

Nous avons signalé, au cours de cet article, l'importance de la loi de la résistance des plans obliques, c'est-à-dire de la loi suivant laquelle varie le rapport $\frac{R_i}{R_{90}}$, R_i étant la résistance normale à un plan rencontré par un courant d'air faisant avec sa surface un angle i, et R_{90} étant la valeur particulière de cette résistance lorsque l'angle d'attaque est de 90 degrés, c'est-à-dire lorsque le plan est frappé orthogonalement par le courant d'air.

A la fin du troisième chapitre de son ouvrage, M. Eiffel examine les formules qui ont été proposées pour représenter cette loi. Il en donne lui-même une qui a évidemment le mérite de la simplicité. D'après lui, jusqu'à 30 degrés, $\frac{R_i}{R_{90}}$ est égal à $\frac{i}{30}$, et, au delà de 30 degrés, $\frac{R_i}{R_{90}}$ est constant et égal à 1. Cette formule discontinue ne peut évidemment être exacte, et on ne doit la considérer que comme un moyen mnémotechnique. Il faut, toutefois, remarquer que, au-dessous de 20 °/₀ et au delà de 50, elle se rapproche sensiblement des formules considérées comme les meilleures, en particulier de celles du colonel Renard, de Duchemin, de Louvrié, de M. Goupil et de Joessel.

IV

En résumé, M. Eiffel, en exécutant ses expériences et en les publiant d'une manière aussi complète, a rendu un véritable service à tous ceux qui, à un titre quelconque, s'intéressent aux questions d'Aérodynamique. Il a donné un chiffre nouveau, et paraissant le plus rapproché de la vérité, du coefficient de la résistance de l'air; il a imaginé une méthode d'expérience et des procédés de calculs intéressants; il a créé un instrument de travail, grâce auquel lui-même ou d'autres ingénieurs pourront poursuivre ces recherches. Tous ceux qui ont à compter avec le vent, et en particulier tous les adeptes de l'Aéronautique, ne pourront que lui en être reconnaissants.

Commandant Paul Renard.

LES RÉCENTES RECHERCHES OCÉANOGRAPHIQUES EN NORVÈGE

L'immense nappe liquide qui recouvre plus des trois quarts de la surface du Globe terrestre ne demeure jamais à l'état de repos ; elle présente des oscillations rythmiques, dues à l'action combinée de la Lune et du Soleil et qui constituent le phénomène des marées ; de plus, sa surface est fréquemment couverte de rides plus ou moins fortes (houle) produites par le vent ; en outre, on observe dans sa masse des mouvements plus ou moins étendus, permanents ou temporaires, orientés dans une direction déterminée : ce sont les courants marins, que l'on peut considérer comme de véritables fleuves océaniques. Parmi eux, les uns se localisent à la surface, les autres se maintiennent à diverses profondeurs.

Les courants superficiels sont, de beaucoup, ceux sur lesquels on possède le plus de renseignements. Ils ont une importance spéciale pour la navigation et, de plus, l'étude en est beaucoup plus accessible que celle des courants de profondeur. Il n'en est, cependant, qu'un petit nombre qui aient été l'objet de recherches approfondies; parmi ceux-ci, se place, en premier lieu, le Gulf Stream. En 1885, les ingénieurs hydrographes américains firent une longue et instructive série de mesures dans la partie de ce grand courant qui traverse le détroit de Floride.

La plupart des mesures relatives aux courants superficiels n'ont, d'ailleurs, été faites qu'au voisinage des côtes, en eau peu profonde, généralement sur des bateaux-feu ou phares flottants. Jusqu'en ces dernières années, on n'avait tenté aucune mesure au large, en pleine mer, pas plus pour les courants de surface que pour ceux de profondeur.

L'étude de ces courants, à laquelle se lient étroitement les mesures de température, de salinité et des gaz dissous dans l'eau de mer, présente cependant un haut intérêt à divers points de vue. Beaucoup de ces « fleuves océaniques, dont les caractéristiques physiques ne sont pas les mêmes que celles du milieu ambiant, peuvent, lorsqu'ils ne sont pas à une trop grande profondeur, avoir une faune et une flore

différentes de celles des eaux qui les entourent. Les animaux prédateurs doivent rechercher avidement ceux qui sont le plus riches en organismes variés : il est vraisemblable de penser que les migrations des Poissons ne sont pas sans relation avec ces cours d'eau nourriciers.

A l'étude des courants se rattachent un grand nombre de questions biologiques des plus importantes et des plus difficiles à résoudre actuellement, comme, par exemple : les relations de nutrition entre la faune de la surface (*Plankton*) et celle qui vit sur le fond (*Benthon* de Hæckel)[1]; les migrations dans le sens vertical des animaux qui nagent à des profondeurs plus ou moins considérables, à une certaine distance du fond (animaux *bathypélagiques*); l'accumulation périodique d'organismes pélagiques en certaines régions, etc. En un mot, la connaissance des courants est indispensable pour comprendre la circulation de la matière organique à travers l'océan, pour concevoir ce que les Allemands appellent la « Stoffwechsel ».

Lorsqu'on sera mieux renseigné sur les courants de profondeur, peut-être pourra-t-on expliquer certaines particularités faunistiques, aujourd'hui encore très énigmatiques, comme semble l'indiquer le fait suivant : Dans la partie centrale de la mer du Nord, au nord du Doggerbank, à des profondeurs comprises entre 50 et 100 mètres environ, le fond est couvert par une couche d'eau tranquille à température relativement basse. En 1904, B. Helland-Hansen a découvert l'existence, autour de cette région, au voisinage du fond, d'un courant d'eau atlantique. Plusieurs formes caractéristiques, entre autres des Crustacés décapodes qui existent dans la mer du Nord, manquent dans cette région circonscrite par un courant annulaire, sans qu'on puisse l'expliquer par une différence insignifiante de température et de profondeur. Appellöf a cherché à interpréter ce fait en faisant observer que les larves comme les adultes de ces formes, qui, normalement, vivent dans les eaux de l'Atlantique, peuvent également pénétrer dans les eaux du courant, sans atteindre la région centrale que ce dernier enveloppe et dont les conditions physiques sont différentes. Quoi qu'il en soit, cet exemple montre l'influence que peuvent avoir les courants sur la répartition des espèces, à l'intérieur d'une aire limitée.

La Géologie et la Paléontologie ont tout à gagner aussi à une étude approfondie des courants. On sait combien on a eu souvent recours à l'hypothèse de courants chauds ou de courants froids pour expliquer certaines singularités de faunes fossiles qui, dans l'état actuel de nos connaissances, paraissaient être des anomalies.

I

La technique relative aux recherches d'Océanographie physique s'est singulièrement perfectionnée depuis l'établissement du « Conseil permanent international pour l'exploration de la mer » et du « Laboratoire central international » à Christiania. Les recherches approfondies faites à ce point de vue ont conduit à systématiser les méthodes usitées maintenant, de façon à répondre à tous les desiderata, en ce qui concerne la température, la salinité, les gaz dissous et la mesure des courants.

Pour l'étude des courants, — qui domine tout, — l'un des *Stream-gauges* les plus employés est l'*Eckman's propeller current-meter*, qui a été encore perfectionné par l'illustre naturaliste explorateur Fridtjof Nansen, spécialisé aujourd'hui dans les travaux d'Océanographie. Un grand avantage de cet appareil est qu'il donne des indications concernant à la fois la vitesse et la direction du courant. Des expériences précises de laboratoire permettent de déterminer préalablement la vitesse v du courant, exprimée en centimètres par seconde, et le nombre n, enregistré automatiquement, des révolutions du propulseur par minute. Cette relation est établie et vérifiée pour les vitesses comprises entre les deux limites extrêmes observées, l'une inférieure, l'autre supérieure. L'instrument indique la direction du courant pour 50 révolutions du propulseur[1].

Ces mesures de courants présentent, d'ailleurs, de très grandes difficultés. L'une des principales est d'obtenir un point fixe. Nansen et Eckman recommandent d'ancrer l'appareil et de le tenir flottant au moyen d'une bouée, l'ancre étant reliée au steamer. Mais on a remarqué que toute connexion directe entre le bateau et l'appareil imprime à ce dernier tant de secousses qu'on ne peut avoir aucune confiance dans les mesures. Bien des tentatives ont été faites avec le bateau à l'ancre; si les profondeurs sont faibles, l'ancrage peut se faire en avant et en arrière. Mais il n'en est plus ainsi lorsque les profondeurs sont considérables. Avec

[1] Dans ses *Plankton Studien* (1891), Hæckel a signalé les courants marins comme étant la plus importante de toutes les causes qui influent sur la répartition du Plankton; il a rappelé à ce sujet les premières observations de Carpenter Wyville-Thomson, J. Murray, C. Vogt, etc.

[1] Il existe plusieurs excellents modèles d'instruments mesureurs des courants. Celui de O. Pettersson, à suspension bifilaire, a été construit pour servir surtout à bord des bateaux-feu. R. J. Vitting en a construit un autre type avec enregistreur électrique. Il offre le grand avantage de permettre la lecture des vitesses et des directions continuellement sur le pont; mais, comme il est aussi à suspension bifilaire, que le câble électrique auquel il est attaché a un diamètre de 9 millimètres, il ne peut être utilisé, comme le précédent, qu'à des profondeurs très modérées.

une seule ancre, les oscillations du bateau peuvent devenir relativement trop grandes pour que les mesures soient suffisamment précises, surtout lorsqu'il s'agit de faibles courants.

Une autre source de grosses difficultés réside dans l'influence encore très insuffisamment connue de la marée sur les courants. Comme l'a fait remarquer très judicieusement Fr. Nansen, des séries discontinues d'observations de courants prises en différentes stations sont de peu de valeur, parce qu'on ne peut apprécier actuellement la grandeur des variations diurnes dues à la marée ; elles peuvent même conduire à des résultats tout à fait erronés sur la distribution horizontale et verticale des courants dans une certaine étendue de mer. Si, par exemple, à une station déterminée, on mesure les courants de surface au moment où ils atteignent leur minimum de vitesse, tandis que les courants de profondeur le seront quelques heures plus tard, quand ils approchent de leur maximum ou ont changé de direction, on se fera une idée très inexacte de la distribution verticale des courants. Si, à une certaine station, les courants de profondeur sont mesurés près de leur maximum, tandis qu'à une autre station ils le sont à un autre moment du jour, près de leur minimum, lorsqu'ils ont changé de direction, on aura un tableau erroné de leur distribution horizontale.

Il est donc nécessaire actuellement de faire des séries continues d'observations à différentes profondeurs, au moins durant vingt-quatre heures à chaque station, afin de déterminer les variations diurnes des courants durant le jour, à toutes les profondeurs, dans les diverses parties de la mer. Lorsque de telles séries d'observations auront été prises aux grandes marées, aux mortes eaux et aux différentes saisons, on pourra déterminer l'action de la marée et ensuite la direction principale actuelle, ainsi que la vitesse moyenne du courant durant chaque période diurne.

En portant les temps en abscisses et les vitesses en ordonnées, on obtient une représentation graphique des variations de la vitesse d'heure en heure.

On peut, de même, tracer le graphique des variations de la direction dans l'intervalle d'un jour. Les courants constants en direction sont représentés par des lignes horizontales ; les courants de marée, en haute mer, sont caractérisés par des changements constants de direction.

II

En mai et en juin 1904, B. Helland-Hansen entreprit une série de mesures de courants, faites aussi rigoureusement que possible, non seulement dans la mer du Nord [1], mais aussi dans les fjords ; des travaux du même ordre ont été exécutés dans les fjords en 1906. Depuis, des observations nombreuses ont été recueillies et étudiées par le Professeur Grund.

Helland-Hansen a étudié au point de vue océanographique la partie supérieure du Hjörundfjord et la partie moyenne du Sulefjord (ces deux fjords sont situés au nord du 62e degré, un peu au sud d'Aalesund). Dans le dernier, il constata qu'à la profondeur de 50 mètres, dans les mouvements dus à la marée, la vitesse présente un minimum, et il est digne de remarque que le *minimum de température* a constamment été trouvé dans les fjords norvégiens *en été*, à une profondeur comprise entre 20 et 50 mètres. A 100 mètres et à 300 mètres de la surface, les mouvements, sans être rapides, étaient constamment plus forts qu'à 50 mètres. L'eau du fond du fjord était certainement d'origine atlantique, avec une salinité dépassant 35 °/₀₀.

Les recherches du *Michaël Sars* dans l'été de 1905 ont montré une différence fondamentale, dans la configuration du sol, entre le Hjörundfjord et la plupart des fjords de la Norvège occidentale, et une différence physique des couches les plus profondes en rapport avec la précédente. Tandis que l'accès libre de l'eau de l'Atlantique est empêché par un ou plusieurs seuils pendant la plus grande partie de l'année dans les fjords du Westland en général, dans leur partie profonde spécialement, cette eau pénètre avec la plus grande facilité en tout temps jusqu'au fond du Hjörundfjord. Il résulte de là, entre les deux catégories de fjords, des différences d'ordre physique qui retentissent sur leur faune. Ainsi, par exemple, le *Pandalus leptoceros* Smith var. *Bonnieri* Caull. a été recueilli en abondance par Appellöf sur le plateau septentrional de la mer du Nord et dans le Hjörundfjord, mais non dans les autres fjords ; en revanche, dans ceux-ci, vit le *Pandalus borealis* Kr., qu'on ne retrouve pas avec le précédent ni dans la mer du Nord, ni dans le Hjörundfjord. Il semble que les deux espèces doivent, dans la règle, vivre dans des conditions physiques différentes, bien qu'on les trouve dans les mêmes régions marines.

Des mesures sur le plateau continental, sur la côte du Söndmöre et au voisinage du talus continental ont été également faites par B. Helland-Hansen. L'éminent océanographe reconnut l'existence de deux courants sur le banc : un dans les 20 mètres supérieurs, venant de la terre ferme ;

[1] Dans les cartes allemandes, on distingue : 1° la *Nordsee*, comprise entre la Grande-Bretagne, la Belgique, la Hollande, l'Allemagne, le Danemark et le sud de la Norvège ; 2° la *Nordmeer*, située au nord des Färö et des Shetland, entre l'Islande et la Norvège, au sud de l'Océan Glacial arctique.

l'autre, plus profond, se dirigeant vers celle-ci. Dans le courant de surface, il y avait un fort maximum de vitesse, le matin du 7e juillet, de bonne heure ; dans celui de fond, il y avait un maximum également marqué six ou sept heures plus tard. Au voisinage de la surface, on observait des fluctuations considérables, qui, parfois, prenaient le caractère d'un courant de marée.

Le long du talus continental, il nota, à 75 mètres de profondeur, l'indication d'un minimum de température qui, comme dans les fjords, coïncide avec un minimum de vitesse. A une profondeur plus grande, la vitesse croît ; elle présente une moyenne maxima à 200 mètres environ, soit 15 centimètres par seconde. La vitesse moyenne n'était pas très élevée au fond ; cependant, elle devenait assez grande à certains moments ; en un cas, on a mesuré plus de 21 centimètres par seconde. Cette vitesse était suffisante pour balayer sur le fond toutes les petites particules comme les grains de sable ; le fond se montrait, en effet, formé par le roc solide.

Des séries d'observations montrèrent que le courant à la surface est moindre qu'à quelques centimètres au dessous de celle-ci : le maximum se trouve réalisé à 5 mètres environ de la surface, avec une vitesse de 26 $\frac{\text{centimètres}}{\text{seconde}}$.

Lorsqu'il étudiait le Gulf Stream dans le détroit de Floride, J. E. Pillsbury montra qu'il y a une période journalière en ce qui concerne les vitesses. Il paraît en être de même sur le bord du plateau continental, d'après les mesures de Helland-Hansen, au moins jusqu'à 100 mètres de profondeur. Dans les couches plus profondes, de 100 à 200 mètres, la période, d'après le même océanographe, serait deux fois aussi grande, c'est-à-dire qu'il y aurait un intervalle de vingt-quatre heures environ entre le maximum et le minimum suivant. Mais de nouvelles recherches sont nécessaires pour élucider ce point. Dans la branche européenne du Gulf Stream, de pareilles mesures directes n'ont jamais été faites précédemment.

Dans la mer du Nord, Helland-Hansen fit des mesures sur le Ling Bank, à Wester-Holla et au Great Fisher Bank.

A la première station, l'océanographe norvégien observa un courant de marée typique : les courbes de vitesse montrent, en effet, une course presque idéale, avec maxima et minima alternatifs bien définis, un maximum et le minimum suivant étant séparés par un intervalle de six heures environ.

Wester-Holla est aussi une région typique de courants de marée, avec des conditions beaucoup plus compliquées qu'au Ling Bank. Dans les 20 mètres à partir de la surface, l'eau a une faible salinité, à cause de l'apport d'eau douce des côtes voisines ; de 25 à 75 mètres est une couche mixte, avec une salinité comprise entre 34 et 35 ‰ ; au-dessous de 100 mètres, c'est l'eau salée de l'Atlantique.

Sur le Great Fisher Bank, Helland-Hansen nota encore l'existence d'un courant de marée typique. A 2 mètres de profondeur, la vitesse était d'environ 42 centimètres par seconde ; entre 2 et 5 mètres, la vitesse était beaucoup plus grande et le courant résultant avait une tendance à aller vers l'est.

Le Dr Damas, collaborateur de B. Helland-Hansen, fit, les 30 et 31 juillet, des mesures pendant vingt-deux heures consécutives à Hirtshall's Light, sur le côté danois du Skagerack. Dans les couches supérieures, jusqu'à 20-30 mètres, Damas constata l'existence d'un courant à direction constante, mais l'absence de tout courant de marée. A 2 mètres, le courant avait une vitesse de 45 centimètres par seconde et la direction était S. 14° W. (vraie). Dans les couches profondes, le courant allait plutôt vers l'Est et suivait la côte danoise ; les vitesses étaient considérables jusqu'à une profondeur de 15-20 mètres. Au-dessous de 20 mètres, la vitesse décroissait rapidement, et à 75-90 mètres, les expérimentateurs étaient incapables de définir le courant. Ces résultats sont en relation directe avec les conditions de salinité : l'eau atlantique, avec plus de 35 ‰ de salinité, fut trouvée à une profondeur d'environ 50 mètres, tandis que les couches superficielles étaient fortement additionnées d'eau douce provenant des terres voisines ; de 20 à 50 mètres, c'était l'eau de la mer du Nord, avec une salinité comprise entre 34 et 35 ‰.

Au large de Jœderen, près de la terre ferme, B. Helland-Hansen constata que, dans les couches supérieures, jusqu'à 100 mètres environ, il y avait un courant assez fort allant du sud au nord et un courant faible près du fond, allant dans une direction opposée.

III

Les observations faites jusqu'ici, malgré leur nombre relativement restreint, montrent, d'après Helland-Hansen, qu'il est possible d'étudier avec une précision satisfaisante le *dynamical phenomena of the Sea*, même là où la profondeur est considérable.

Les stations étudiées par Helland-Hansen appartiennent à plusieurs groupes. Quelques-unes d'entre elles sont situées dans des aires où les courants réguliers de marée prédominent complètement : c'est le cas, en particulier, du Ling Bank ; dans quelques autres, les courants de marée sont de très faible importance comparativement aux autres mouvements, par exemple dans les couches supé-

rieures des stations étudiées dans le Skagerack. Les variations trouvées dans la mer norvégienne ne montrent pas le type régulier semi-diurne des marées ; il est difficile actuellement de dire si ces variations sont dues à une période diurne des marées ou si elles n'ont aucune connexion avec ce phénomène. Entre ces deux groupes, il existe et on a constaté plusieurs formes de transition.

Même dans les aires où le courant est à peine perceptible, il est encore possible de le tracer et de suivre la direction générale de la masse tout entière de l'eau. Les courants de marée, dans les couches profondes, peuvent être déterminés, même lorsqu'ils sont très faibles.

Dans beaucoup de cas, la direction et la force des courants changent à de très courtes périodes et une simple observation à un moment donné ne suffit pas pour donner une idée claire de leur direction générale et de leur vitesse moyenne. L'étude générale de ces mouvements de tourbillon et des phénomènes du même ordre sera entreprise, il faut l'espérer, dans un avenir prochain. Il semble que l'Océanographie entre dans une nouvelle phase, grâce aux perfectionnements récemment réalisés dans la technique des recherches.

Les Puissances riveraines de la mer du Nord[1] ont fondé en 1902 un Comité international de recherches océanographiques ; un Laboratoire central fut établi à Christiania. La France est restée en dehors de ce groupement scientifique. Aussi, n'y a-t-il pas lieu de s'étonner qu'au point de vue océanographique, les côtes françaises comptent parmi les plus mal connues de l'Europe occidentale. Les rares données que nous possédons à ce sujet ont été recueillies en grande partie au cours des croisières déjà anciennes du Prince de Monaco et de celles de la Société océanographique du Golfe de Gascogne.

Dans ces études de l'Océan, la Norvège[2], dont la côte est si profondément découpée, s'est fait une place à part. Le *Michaël Sars*, admirablement construit et aménagé pour toutes les recherches relatives aux pêcheries, le mieux outillé des navires de ce genre, peut-être, qui soit au monde actuellement, avec son vaste assortiment de chaluts à mailles fines et de filets pélagiques, a permis au Dr Damas de recueillir un ensemble imposant de faits relatifs à la biologie des Poissons ; grâce à son outillage scientifique si complet, le Dr Helland-Hansen a pu rassembler un faisceau de documents concernant l'océanographie des côtes scandinaves, des fjords et de la mer du Nord. Les recherches d'ordre purement technique et celles de caractère pratique sont ici étroitement associées ; tout en faisant des mesures précises de vitesse et de direction des courants, on a découvert, au cours d'une des croisières récentes du *Michaël Sars*, un véritable banc d'Halibuts, qui alimente en partie le marché de poissons de Bergen, dont l'importance considérable est bien connue.

Les naturalistes de Bergen, ville où travaillent ces deux océanographes, ont organisé depuis plusieurs années, en août et en septembre, des cours de « Meeresforschung » (études, recherches relatives à la Mer) spécialement appliqués à l'océan norvégien qu'ils connaissent si bien, pour l'avoir exploré eux-mêmes depuis de longues années. Cet enseignement est donné par : MM. le Dr Appellöf, dont le domaine est l'Océanographie biologique et qui insiste particulièrement dans ses conférences sur l'importance de l'étude des conditions géographiques et physiques de l'habitat pour les zoologistes ; le Dr B. Helland-Hansen, qui traite les questions d'Océanographie physique ; le Dr Damas, qui s'occupe spécialement du Plankton animal et en même temps des questions de pêcheries ; le Dr Jörgensen, qui expose la composition du Plankton végétal ; enfin le Dr Kolderup, qui complète cet ensemble d'une façon très heureuse, car il retrace les principales étapes de la formation des fjords en s'attachant particulièrement à l'histoire des périodes glaciaire et postglaciaire. Des excursions méthodiquement organisées, dirigées par le Dr Appellöf assisté du Dr J. Grieg, permettent d'explorer le district de Bergen depuis la poussière d'écueils (Skjærgaard) du littoral jusqu'à l'intérieur des fjords.

Ces cours sont faits en anglais ou en allemand, le plus généralement en cette dernière langue, à cause de la prédominance de l'élément allemand dans l'auditoire[1]. Ils sont fort instructifs, parce qu'ils sont faits par des naturalistes très compétents qui fondent leur enseignement sur leurs travaux personnels.

Pour être admis à suivre les cours de « Meeresforschung », il faut verser au préalable la somme de 150 couronnes scandinaves (210 francs environ). Aucune autre condition n'est exigée des auditeurs.

---

[1] Grâce aux recherches faites de toutes parts, la circulation des eaux à l'intérieur de la mer du Nord est aujourd'hui bien connue dans ses traits généraux, qui ont été résumés récemment par M. Martin Knudsen, à qui on doit tant de travaux d'Océanographie (Martin Knudsen : Some Remarks about the Currents in the North Sea and adjacent Waters. *Publications de circonstance*, n° 39, 1907, *Conseil permanent international pour l'exploration de la mer*).

[2] Les naturalistes scandinaves (P. T. Cleve, Hjort, Gran, etc.) ont, avec l'école de Hensen à Kiel, fourni une large contribution à l'étude du Plankton en général.

[1] Parmi les auditeurs des cours de « Meeresforschung » de Bergen en 1908, on comptait : 7 Allemands, 1 Anglaise, 5 Autrichiens, 1 Français, 1 Japonais, 2 Norvégiens et 1 Suisse, soit en tout 18 auditeurs ; il ne paraît guère possible, en l'état actuel des choses, d'en admettre un plus grand nombre.

Chaque semaine, un jour entier est consacré à une excursion en mer. A cause de la faible amplitude des marées et de la nature des côtes dans ces régions du nord de l'Europe, le champ d'exploration, à mer basse, est assez restreint. Les zoologistes de Bergen y suppléent par l'emploi d'une série d'instruments spéciaux, à long manche, qui leur permettent de racler la surface des rochers, d'en détacher les Algues et surtout les Laminaires et de ramener ainsi à la surface une foule d'organismes. Les Polypes hydraires semblent être ici dans leur milieu optimum. Dans les fissures des rochers, il n'est pas rare d'observer de magnifiques exemplaires géants de *Tubularia indivisa* L., couvrant des surfaces de plusieurs mètres carrés; les larges frondes de *Laminaria hyperborea* (Gunner) Foslie sont fréquemment revêtues, dans toute leur étendue, de colonnes de Campanulaires. Des dragages nombreux, pratiqués dans les conditions les plus variées au point de vue de la profondeur, de la nature du fond, de la force et de la direction des courants, etc., procurent d'abondants matériaux d'étude pour les jours suivants. Le lendemain de l'excursion, le Dr Appellöf dresse l'inventaire de la récolte et fait connaître très exactement les caractéristiques physiques et biologiques des régions visitées. Outre les sorties en mer réservées aux opérations d'Océanographie physique, on fait encore, de temps en temps, des pêches planktoniques dans les fjords et leurs dépendances qui pénètrent si profondément à l'intérieur de la Norvège.

En dehors des matériaux provenant des excursions en mer, les auditeurs peuvent utiliser un grand nombre de spécimens du Muséum de Bergen, si riche en formes boréales; des tables de détermination très claires leur permettent de trouver eux-mêmes assez aisément les noms des organismes qu'ils étudient; de plus, les principaux ouvrages se rapportant à la faune et à la flore marines arctiques sont mis constamment à leur entière disposition. Le plus grand libéralisme règne ici; chacun se spécialise à son gré. On peut même se constituer une collection en conservant les exemplaires recueillis aux diverses stations explorées. L'auteur de ces lignes a pu ainsi rapporter de nombreux spécimens de la riche faune norvégienne, dont beaucoup d'espèces, surtout parmi celles de faibles dimensions, n'étaient pas représentées dans les collections du Muséum d'Histoire naturelle de Paris.

Les conférences ont lieu tous les jours, en dehors du temps réservé aux excursions. Le Laboratoire est ouvert aux travailleurs de 9 heures du matin à 7 heures du soir. La meilleure confraternité scientifique est la règle dans ce milieu cosmopolite; tout le monde se livre avec ardeur et avec joie à ces études océanographiques, poursuivies avec une persévérance exemplaire dans les pays scandinaves.

Il est à souhaiter, au moment où cet ordre de recherches est si en honneur partout à l'Etranger, que la France ne demeure pas plus longtemps indifférente à des études qui ouvrent de nouvelles voies aux biologistes et qui peuvent rendre des services non seulement à la science pure, mais aussi aux pêcheries. En tout cas, comme Cligny l'a dit dans un article très documenté sur les rapports entre l'Océanographie et les pêches maritimes[1], « dans le champ fertile de la mer, on ne fouillera pas sans profit ».

Indépendamment de l'Institut de Kiel et de la Station biologique d'Helgoland, spécialement affectée à l'étude des pêcheries, l'Allemagne vient de fonder à Berlin un nouvel « Institut für Meereskunde », annexé à l'Université, avec un enseignement complet de l'Océanographie. Des exercices pratiques doivent être faits chaque année sur mer, pour familiariser les étudiants avec le maniement des appareils employés dans les recherches océanographiques.

Avec son Service scientifique des pêches, aujourd'hui complètement organisé, avec son cadre de jeunes naturalistes habiles et dévoués, versés dans les questions de Biologie marine, la France peut et doit se mettre à la hauteur des autres nations pour l'exploration technique de l'Océan.

Ch. Gravier,
Docteur ès sciences.

---

[1] A. Cligny : L'Océanographie et les pêches maritimes. *Revue du Mois*, t. II, 1906, p. 208-230.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Laisant (C.-A.), *Examinateur d'admission à l'Ecole Polytechnique*, et **Perrin** (Elie), *Professeur de Mathématiques à l'Ecole J.-B. Say.* — **Cours d'Arithmétique** (CLASSE DE CINQUIÈME B). — 1 *vol. in*-16 *de* 248 *pages avec fig.* (*Prix cartonné* : 2 *fr.*) *H. Paulin et Cie, éditeurs*, 21, *rue Hautefeuille. Paris*, 1909.

Les lecteurs de la *Revue* connaissent le sens pédagogique de notre distingué collaborateur M. C. A. Laisant, si bien mis en lumière dans un de ses derniers ouvrages : *L'Initiation mathématique*. On le retrouvera tout entier dans ce Cours d'Arithmétique, rédigé en collaboration avec M. Em. Perrin et conforme à l'esprit des programmes de 1905. Signalons comme nouvelle la révision du système métrique faite en conformité avec les idées exprimées dans les Conférences générales du Bureau international des Poids et Mesures.

Lefebvre (L. Charles), *Ancien élève de l'Ecole Polytechnique, Actuaire.* — **Notions fondamentales de la Théorie des Probabilités.** — 1 *vol. gr. in*-8° *de* 171 *pages.* (*Prix* : 10 *fr.*) *L. Dulac, éditeur. Paris*, 1909.

M. Lefebvre a résumé dans ce volume les leçons de Probabilités qu'il professe aux jeunes gens se préparant à l'actuariat et aux postes de calculateurs des Compagnies d'Assurances. Ce Cours s'adresse à un public ne possédant que des notions de Mathématiques spéciales, mais ayant fait, en général, de bonnes études secondaires; aussi le livre a-t-il été rédigé en tenant compte de ces connaissances, supposées acquises. et il sera, par suite, un excellent guide pour les candidats aux grandes Ecoles qui n'auraient pas le temps de lire les traités classiques.

Après un rappel sommaire de l'Analyse combinatoire, l'auteur définit la probabilité mathématique, puis l'espérance mathématique et aborde le théorème de Bernoulli et la probabilité des causes; un chapitre est consacré au problème de la ruine des joueurs.

Le livre se termine par un exposé de la Théorie des erreurs d'observation et des annexes contenant la solution de problèmes curieux et la démonstration de Gauss afférente à la méthode des moindres carrés.

En ce qui concerne l'espérance mathématique, M. Lefebvre paraît faire grief à Poisson d'introduire la valeur de cette espérance dans les bilans; cette idée est-elle si inexacte? Ne voyons-nous pas tous les jours des gens très sensés payer en bonnes espèces la valeur aléatoire d'un lot, et le prix en Bourse des obligations remboursables par tirage au sort ne comprend-il pas une nue propriété qui n'est autre chose que l'espérance mathématique du remboursement escompté à un taux d'intérêt choisi ?

On peut aussi regretter que le problème de la ruine des joueurs soit traité un peu sommairement, et que la théorie du plein, si importante en assurance, n'ait pas été exposée, car elle donne lieu à des applications pratiques fort intéressantes.

Mais ces remarques ne sont que de petites critiques, prouvant l'intérêt que nous avons pris à l'analyse de ce livre, qui est bien composé et sera fort utile aux jeunes gens. Espérons, cependant, que les générations futures suivront les méthodes expérimentales et qu'elles apprendront les calculs des probabilités en commençant par le théorème de Bernoulli, considéré comme résultat d'expérience : c'est la méthode exposée avec tant de netteté dans un livre de probabilités précédemment analysé [1].

Enfin, un mot sur l'édition : M. Dulac y a consacré tous ses soins, et les dispositions typographiques sont heureusement choisies, ce qui aide à rendre la lecture très agréable, le style étant fort alerte, malgré l'aridité du sujet.

A. BARRIOL,
Actuaire-Conseil,
Directeur de l'Institut des Finances
et des Assurances.

Kersten (C.), *Ingénieur-architecte, Professeur à l'Ecole royale des Travaux publics de Berlin.* — **La Construction en Béton armé. Guide théorique et pratique** (*Deuxième partie* : **Application à la construction en élévation et en sous-sol**). *Traduit d'après la* 3e *édition allemande par* M. P. POINSIGNON. — 1 *vol. in*-8° *de* 280 *pages avec* 407 *figures.* (*Prix* : 9 *fr.*) *Gauthier-Villars, éditeur. Paris*, 1909.

Les applications du ciment ou béton armé se répandent et se diversifient de plus en plus; aucune espèce de construction n'y échappe; on commence même à en construire des navires. L'ouvrage de M. C. Kersten, professeur à l'Ecole royale des Travaux publics de Berlin, dont M. Poinsignon nous donne une excellente traduction, est le complément, comme l'indique son titre, de la première partie de ce Traité, consacrée au calcul et à l'exécution des formes élémentaires en ciment armé. Il étudie l'exécution et le calcul des planchers, piliers, murs, toits, fondations, barrages, ponts, cheminées en ciment armé, ouvrages qui ne sont pas toujours aussi élégants qu'on le souhaiterait, mais dont le bon marché et la facilité d'exécution sont indiscutables.

Les descriptions, précises et suffisamment complètes, sont éclairées par un grand nombre de figures, qui permettent de les suivre et les comprendre nettement sans effort; la lecture est à la portée de tous. Aussi sommes nous persuadé que cet ouvrage sera de la plus grande utilité pour tous ceux qui s'intéressent à ce nouveau mode de construction, actuellement répandu dans tout l'univers, et que les Allemands seuls persistent à désigner sous le nom de « Monierbau », en mémoire de l'inventeur français Monier, mort, tout naturellement, oublié et presque dans la misère.

G. R.

2° Sciences physiques

Louguinine (W.), *Directeur du Laboratoire technique de l'Université de Moscou*, et **Schukarew** (A.), *Chef des Travaux du même Laboratoire.* **Méthodes de Calorimétrie usitées au Laboratoire thermique de l'Université de Moscou.** *Traduit du russe par* M. G. TER GAZARIAN, *Docteur ès Sciences.* — 1 *vol. gr. in*-8 *de* 185 *p. avec fig.* (*Prix* : 8 *fr.*) *A. Hermann, éditeur. Paris*, 1909.

Il n'est pas besoin d'une lecture bien attentive pour s'apercevoir que les auteurs de ce Traité de Calorimétrie sont des spécialistes émérites, passionnés de recherches thermochimiques, auxquelles ils consacrent presque exclusivement leurs soins, et dont on connaît d'ailleurs les remarquables travaux.

Convaincus, comme ils le disent dans leur préface, de l'importance que présentent des détails à première vue sans valeur, les auteurs n'hésitent pas à les décrire

[1] P. DE MONTESSUS : Théorie des Probabilités. *Revue générale des Sciences*, 1er octobre 1908.

longuement, avec une minutie qui pourrait sembler excessive à ceux qui n'ont jamais manié un thermomètre très sensible ou mesuré avec précision une variation de température, mais qui paraît amplement justifiée aux yeux de qui connaît les difficultés de ces opérations. Il faut savoir gré aux auteurs de n'avoir pas été rebutés par des descriptions parfois fastidieuses, mais qu'il faut suivre dans tous les détails si l'on veut être au courant de ce qu'est une expérience thermochimique.

Les auteurs se sont partagé la besogne suivant leur particulière compétence. M. Louguinine décrit les thermomètres employés en calorimétrie et les qualités qu'ils doivent avoir; ce sont toujours des appareils en verre, malgré leurs inconvénients, et ils n'ont pas encore été détrônés par les thermomètres basés sur les propriétés des couples thermo-électriques (M. Le Chatelier) ou sur les variations de résistance (MM. Callendar et Griffits). L'auteur indique les caractéristiques des appareils qu'il emploie et les raisons de son choix; il s'est également réservé l'énumération des qualités requises pour un local destiné aux mesures thermochimiques et il montre comment il a pu, à peu de frais, les réaliser suffisamment dans une pièce que M. le Professeur Wallerant avait mise à sa disposition à la Sorbonne.

M. Schukarew décrit le calorimètre; il en énumère tous les accessoires; il indique les détails qu'exige la bonne marche d'une mesure calorimétrique. Les deux auteurs ont traité ensemble la très importante question des corrections nécessitées par le rayonnement et exposé les diverses méthodes usitées par Regnault, par Berthelot, par Pfaundler-Ousoff, par Wullner, etc...

Dans le chapitre de M. Louguinine, relatif au choix de l'unité de chaleur, l'auteur rappelle les travaux qui, depuis Regnault, ont été faits sur les variations de la chaleur spécifique de l'eau avec la température, en signalant les séries de déterminations particulièrement concordantes effectuées par Bartoli et Stracciati d'une part et Ludin d'autre part. Il choisit alors pour capacité calorifique de 1 kilog d'eau à 25° une valeur qui est inférieure de 0,20 °/₀ à celle de Regnault et qu'il accepte de préférence à la calorie moyenne (évaluée sur l'intervalle 0°-100°), parce que les diverses déterminations relatives à cette dernière unité ne concordent pas à plus de 2,5 °/₀.

Au cours de ces six chapitres, on trouve à chaque instant la trace des enseignements donnés par Berthelot et le reflet des descriptions qu'il a résumées dans son *Traité pratique de Calorimétrie chimique*; du reste, M. Louguinine a été le collaborateur du Maître et a longuement fréquenté le laboratoire du Collège de France. Les chapitres suivants portent une empreinte beaucoup plus personnelle; ils sont consacrés : 1° à la description et au mode d'emploi des chambres calorimétriques, avec les modifications qu'il convient de leur apporter suivant la nature physique des corps réagissants et suivant leur nombre; 2° à la détermination des chaleurs spécifiques par la méthode des mélanges; 3° à celle des chaleurs latentes de vaporisation; 4° à la description d'une étuve électrique et de ses applications à la calorimétrie. Toute cette partie, signée Louguinine, est accompagnée de copieuses descriptions, illustrées par de magnifiques planches, d'appareils imaginés ou perfectionnés par les savants russes; c'est la partie la plus originale de l'ouvrage et elle mérite une étude attentive. Dans le même ordre d'idées, M. Schukarew a signé les pages relatives à la mesure des chaleurs de dissolution et des chaleurs de neutralisation à l'aide d'appareils ingénieux et précis.

L'ouvrage se termine par des chapitres relatifs au calorimètre à glace, au calorimètre à vapeur et à la détermination des chaleurs spécifiques par voie de comparaison; ils sont particulièrement nouveaux, et l'on doit en conseiller l'étude non seulement aux thermo-chimistes, mais encore aux physiciens; tous y trouveront des exposés historiques, des descriptions et des conseils d'un grand intérêt, surtout en ce qui concerne : 1° les différents types de calorimètres à glace (Bunsen Schuller et Wirlha, Detterici, Boys); 2° la disposition adoptée par les auteurs, pour cet appareil précieux et sensible; 3° le calorimètre à vapeur imaginé par Joly et considérablement perfectionné par Schukarew.

A la fin du volume se trouvent des tableaux numériques en partie dressés par les auteurs et qui complètent l'important ouvrage que les savants russes ont consacré à leur science de prédilection.

Il faut malheureusement signaler les imperfections de la traduction; le texte français est souvent lourd, parfois incorrect; il me paraît utile de le dire dans l'espérance que ces défauts disparaîtront dans une édition ultérieure.

P. Lemoult,
Professeur de Chimie générale
à la Faculté des Sciences de l'Université de Lille.

Nystrom (E.), *Ingénieur du Département des Mines du Canada.* — **Peat and Lignite. Their manufacture and uses in Europe.** (Tourbe et lignite. Fabrication et emplois en Europe.) — 1 *vol. in*-8 *de* 247 *pages, avec* 228 *fig. et* 34 *planches. Département des Mines, Ottawa*, 1908.

L'ouvrage de M. Nystrom est le fruit d'une Mission dont l'auteur fut chargé l'année dernière par le Gouvernement canadien. Le Canada possède de très vastes tourbières, dont l'exploitation n'a malheureusement pas donné jusqu'à présent de très brillants résultats. M. Nystrom fut donc invité à se rendre en Europe, spécialement en Suède, Norvège, Finlande, Danemark, Allemagne, Hollande et Irlande, pour y étudier l'industrie de la tourbe, particulièrement développée dans ces contrées, et à rapporter, si possible, au Canada, des suggestions pratiques sur les méthodes d'exploitation les mieux adaptées à ce pays. Son Rapport constitue une véritable monographie de la préparation de la tourbe et accessoirement du lignite, et sera consulté avec intérêt par les techniciens.

La tourbe est, comme on le sait, le produit de la décomposition lente de certaines matières végétales : mousses, herbes, troncs, racines et feuilles d'arbres. Complètement desséchée, sa valeur calorifique est en moyenne de 5.000 calories par kilog; séchée à l'air, elle peut renfermer de 15 à 25 °/₀ d'eau, et son pouvoir calorifique n'est plus, en moyenne, que de 3.500 calories par kilog, avec de grandes variations suivant l'origine des diverses tourbes.

Les méthodes actuellement employées sur une grande échelle pour la préparation de la tourbe sont de deux sortes : 1° la méthode manuelle, où la tourbe est extraite à la main de la tourbière sous forme de blocs réguliers, puis séchée à l'air en tas, sans avoir subi aucun traitement mécanique; cette méthode est la plus couramment employée par les paysans qui préparent leur provision personnelle de combustible ou font un commerce restreint; 2° les méthodes mécaniques, où la tourbe brute, après avoir été extraite de la tourbière généralement à la main, est ensuite soumise à un traitement mécanique et ultérieurement séchée à l'air. Ces méthodes se divisent elles-mêmes en deux classes : dans la première, on ajoute de l'eau à la masse tourbeuse, en quantité suffisante pour en faire une sorte de purée qui est coulée dans des moules; dans la seconde, la tourbe est traitée sans addition d'eau et possède une consistance suffisante pour être mise en forme sans moules.

Dans les méthodes mécaniques, la tourbe, extraite à la main comme nous l'avons dit, est jetée dans un élévateur qui l'entraîne vers la machine à tourbe. Dans certaines exploitations, on emploie un excavateur mécanique; mais l'usage en est limité aux tourbières qui ne renferment pas de grosses racines et de souches; pour ces dernières, si l'on ne veut pas extraire à la main, il faut opérer avec des machines spéciales et très puissantes (machines Anrep). Les machines à tourbe opèrent un malaxage intime de la substance, qui est réduite à l'état de pulpe; celle-ci est pressée vers une

bouche d'où elle sort sous forme de bande continue, qui est coupée en morceaux de longueur voulue. Les morceaux sont ensuite transportés dans les champs pour la dessiccation à l'air.

Le volume assez considérable de la tourbe séchée à l'air en rend la manipulation et le transport à longue distance assez coûteux et s'oppose à la généralisation de l'emploi de ce combustible. On a donc eu depuis longtemps l'idée de fabriquer des briquettes de tourbe comprimées, et l'on a trouvé dans les machines à préparer les briquettes de lignite un matériel tout à fait approprié à cet usage (la tourbe de bonne qualité possède, en effet, des caractères communs avec le lignite extrait des mines). Dans ces machines, la matière brute passe entre des cylindres qui la réduisent en poudre grossière; on la tamise, et le résidu, après avoir traversé un désintégrateur, est de nouveau tamisé. La poudre fine, par le moyen d'un élévateur, passe dans les appareils de dessiccation, à plateaux ou rotatifs, puis, de là, dans des magasins, où elle se repose et se refroidit. La presse à briqueter est du type à tube ouvert; la poudre y est comprimée par un piston plongeur directement relié à une machine à vapeur. Dans certaines installations, la mise en briquettes est accompagnée d'une légère carbonisation par chauffage à 150°-170°; on obtient ainsi une tourbe plus riche en charbon, ne contenant plus que 3 °/₀ d'eau et, par conséquent, d'un pouvoir calorifique bien supérieur. Malheureusement, la fabrication des briquettes de tourbe, bien préférables pour l'usage domestique, n'a pas donné de très bons résultats économiques en Europe.

Comme pour les autres combustibles, on a essayé de tirer parti de la tourbe par la distillation pyrogénée; celle-ci s'opère dans des fours discontinus. Elle donne naissance à des cokes et demi-cokes, — employés les premiers dans les hauts fourneaux et la métallurgie, les seconds au chauffage des locomotives et des chaudières, — et à des sous produits : gaz combustibles et goudrons semblables à ceux du lignite, mais plus riches en créosote.

La tourbe est également employée dans les gazogènes à la production d'un gaz pour le chauffage ou pour l'alimentation des moteurs à explosion; un bon gaz de tourbe peut contenir 17,2 °/₀ de CO, 8 °/₀ d'hydrocarbures, 6,8 °/₀ d'H, 10,5 °/₀ de CO^2 et 57 °/₀ d'Az; son pouvoir calorifique est de 1.450 cal par m. c.

Enfin, en dehors de son emploi comme combustible domestique ou industriel, la tourbe a trouvé en ces dernières années une foule d'applications intéressantes : litière pour les chevaux et le bétail (elle est très avantageuse par la grande quantité d'humidité qu'elle absorbe), ouate pour l'emballage des fruits, des œufs, etc., tissus, papiers, etc. Bien que l'auteur soit très bref sur ces derniers points et passe sous silence les belles recherches de MM. Muntz et Lainé sur l'emploi de la tourbe à la préparation de nitrières à haut rendement, on doit le féliciter de son exposé très complet de l'industrie de la tourbe; après être restée longtemps dans l'empirisme, celle-ci commence à se développer scientifiquement et elle est, sans doute, appelée à un avenir plus brillant.

LOUIS BRUNET.

3° Sciences naturelles

Lokhtine (W.), *Ingénieur des Ponts et Chaussées.* — **Phénomènes de la congélation des rivières. Causes de la formation de la glace intérieure fluviale.** — 1 *vol. in*-8° de 40 *pages. Ch. Béranger, éditeur. Paris*, 1908.

Etude fort intéressante et toute nouvelle des phénomènes hivernaux des rivières. Depuis longtemps, les pêcheurs et les bateliers avaient remarqué, dans les rivières russes et sibériennes, l'étrange apparition, à la surface de l'eau, de masses de glace spongieuse et friable, de couleur jaunâtre, renfermant du limon, du gravier et des herbes aquatiques. Comme on avait trouvé cette glace sur les objets plongés dans l'eau et même sur les pierres du fond, comme, d'autre part, les matériaux qu'elle renferme semblent avoir été arrachés au fond de la rivière, on lui avait tout naturellement donné le nom de « glace de fond ».

M. Lokhtine rapporte les observations et les expériences qu'il a faites pendant l'hiver 1904-1905 dans la Néva, où ce curieux phénomène est particulièrement net. Il a reconnu que cette prétendue « glace de fond » résulte de l'agglomération de petites aiguilles de glace, formées, pendant les froids intenses, aux surfaces découvertes de la rivière. Ces cristaux de glace, entraînés dans la profondeur par les courants, commencent par fondre; mais, par suite du refroidissement causé dans la masse liquide par cette fusion, il arrive un moment où ils peuvent subsister en profondeur. Alors ils se fixent sur les objets plongés dans l'eau (cordes, filets, paniers, etc.) ou sur les pierres du fond, tout comme le ferait une alluvion, ce qui justifie le nom de « glace alluviale » que lui donne M. Lokhtine.

Le phénomène de la glace alluviale nécessite donc pour se produire : 1° l'existence de larges portions libres de glace à la surface de la rivière; 2° l'existence de courants assurant le mélange des différentes couches d'eau. Ainsi s'explique pourquoi les lacs et les affluents de la Néva, où le courant est presque nul et le manteau de glace continu, ne présentent pas le phénomène de la glace alluviale.

Le travail de M. Lokhtine se termine par des considérations sur la congélation des rivières dans les différentes conditions du courant. Il montre que, dans une rivière calme, la réfrigération, se concentrant à la surface, s'achève par la constitution du manteau glacial; au contraire, dans une rivière impétueuse, les cristaux de glace sont entraînés dans la profondeur, où ils forment, avec les matériaux en suspension dans l'eau, les masses friables de la glace alluviale.

M. Lokhtine a tiré de son étude des indications pratiques. Il montre que le meilleur moyen de lutter contre l'entassement produit, dans les rivières, par la glace alluviale, est de faire en sorte que la rivière se couvre totalement de glace au plus vite. On y arrive en jetant dans les éclaircies des branches de sapins sur lesquelles se fixe l'alluvion glaciale : au bout de quelques heures, le manteau de glace est continu.

Bien que d'une lecture un peu difficile, le travail de M. Lokhtine intéresse à la fois l'ingénieur et le géologue. Il est d'ailleurs illustré de belles photographies.

GABRIEL EISENMENGER,
Chargé de Cours à la Faculté des Sciences de Nancy.

Godfrin (J.), *Directeur de l'Ecole supérieure de Pharmacie, Professeur à l'Université de Nancy*, et **Petitmengin** (M.), *Préparateur à l'Ecole supérieure de Nancy.* — **Flore analytique de poche de la Lorraine et des contrées limitrophes.** — 1 *vol. in*-12 *de* 240 *pages. Maloine, éditeur. Paris*, 1909.

Cette clef analytique facilitera la détermination des plantes aux étudiants et aux touristes de la région de l'Est. La disposition en tableaux synoptiques est très heureuse; elle permet la diagnose sinon complète, en tout cas essentielle et méthodique de chaque groupe. Plusieurs caractères, parmi les plus importants et d'une observation facile, sont choisis pour chaque espèce.

Les ouvrages comme celui-ci, venant après tant d'autres publiés depuis trente ans, rendent la Botanique plus accessible au grand public, et d'un agrément que ne connaissaient pas les débutants qui s'adonnaient à l'étude des plantes il y a un quart de siècle. Au point de vue de la typographie, qui est très soignée, nous retrouvons une disposition analogue à celle qui est très appréciée dans les ouvrages de Gaston Bonnier.

Pour une édition ultérieure on aimerait voir, comme adjonction, une conférence générale sur la géographie

botanique de la Lorraine, que les auteurs connaissent si bien.

En somme, au point de vue scientifique, c'est un ouvrage qui fournira des renseignements utiles et récents sur les localités des diverses espèces. Au point de vue pratique, il augmentera certainement le nombre des botanistes herborisants et facilitera leur tâche. Ce livre obtiendra un grand succès près de nos étudiants[1].

EDMOND GAIN,
Professeur-adjoint à la Faculté des Sciences de l'Université de Nancy.

Hue (E.), *Médecin vétérinaire.* — **Musée ostéologique. Etude de la faune quaternaire; Ostéométrie des Mammifères.** — 2 *vol. grand in-8° avec* 186 *planches. Schleicher frères, éditeurs. Paris*, 1909.

L'auteur de cet ouvrage a eu pour but de mettre entre les mains des préhistoriens, souvent éloignés des bibliothèques importantes ou des grands musées, une iconographie d'un format maniable, d'un prix assez peu élevé, pour leur permettre de déterminer les ossements de Mammifères trouvés au cours de leurs fouilles.

On doit lui savoir gré d'avoir compris la nécessité d'un tel traité. Les recherches préhistoriques sont parvenues maintenant à un degré de précision exigeant de la part de ceux qui s'y adonnent certaines connaissances anatomiques et géologiques qui ont parfois trop manqué aux amateurs de silex taillés. Fouiller un gisement sans précautions suffisantes, c'est détruire irrévocablement une des rares pages des archives de l'humanité primitive.

L'effort de M. Hue a été considérable, car il a dessiné lui-même à la plume les 2187 figures qui illustrent son travail, et il a rendu exactement, par des procédés qui diffèrent un peu de ceux des dessinateurs de profession, l'aspect des os ou des crânes, sinon toujours celui des dents vues par la couronne.

La première partie de l'ouvrage définit les divers diamètres longitudinaux ou transversaux que l'auteur croit utile de mesurer pour établir une série de rapports centésimaux, d'indices, qui sont, peut-être, théoriquement caractéristiques des races: mais l'interprétation de ces nombres est toujours fort délicate, en raison des erreurs de mesure pour des corps de forme aussi irrégulière que des ossements, de la longueur des calculs, des décimales que l'on néglige, etc., et l'usage donne rarement des résultats scientifiques précis.

La seconde partie est une iconographie des crânes et des dents d'une cinquantaine de Mammifères; elle gagnerait beaucoup à être accompagnée d'un texte mettant en évidence, pour les préhistoriens peu accoutumés aux comparaisons paléontologiques, les différences qui séparent des espèces voisines et importantes à distinguer: cerf et renne, renard ordinaire et renard bleu... Il faut souhaiter aussi que, dans une édition ultérieure, l'auteur figure les ossements des animaux qui peuvent être rencontrés dans les gisements paléolithiques ou néolithiques, plutôt que ceux d'animaux actuels tels que le Rhinoceros bicorne ou l'Eléphant d'Afrique.

Dans la troisième partie, M. Hue consacre 117 planches aux os des membres, groupés non par ordre zoologique, mais d'après leur position dans le squelette, réunissant, par exemple, sur des planches consécutives, tous les radius, tous les humérus, etc. C'est le procédé qu'emploient les paléontologistes dans leurs laboratoires pour les comparaisons délicates. Comme la seconde partie, celle-ci serait utilement complétée par un texte comparatif, si court soit-il, et les planches pourraient comprendre moins d'espèces actuelles, plus d'espèces éteintes.

M. Hue n'a pas cherché à faire oublier aux paléontologistes et aux anatomistes la monumentale *Osteographie* de de Blainville ou l'admirable *Introduction à l'Ostéologie des Mammifères* de Flower; il a seulement cherché à combler une lacune dans la bibliothèque des préhistoriens à qui l'étude de la faune quaternaire a souvent paru trop ingrate.

A. THEVENIN,
Docteur ès Sciences,
Assistant de Paléontologie au Muséum.

4° Sciences médicales

Lyon (Dr Gaston), *Ancien Chef de Clinique médicale de la Faculté de Paris.* — **Diagnostic et Traitement des Maladies de l'Estomac.** — 1 *vol. in-8 de* 724 *pages.* (*Prix* : 12 *fr.*) *Masson et Cie, éditeurs. Paris*, 1909.

Ce livre est essentiellement un livre de Médecine pratique. Il met le médecin praticien au courant des méthodes les meilleures, employées aujourd'hui pour diagnostiquer avec quelque précision une maladie de l'estomac et pour la traiter par une thérapeutique rationnelle. C'est la simplicité, la limpidité de l'exposition et le souci d'exprimer la substance des travaux les plus récents qui ont assuré à l'auteur le succès légitime de ses très utiles publications antérieures. Le présent ouvrage offre les mêmes qualités.

Dans les prolégomènes, M. G. Lyon indique les changements qu'a apportés la Radioscopie dans nos conceptions sur la forme, la situation et la motricité de l'estomac pendant la vie. Il est devenu clair que les ingesta ne tombent pas dans l'estomac, s'il est normal, comme dans une poche, mais que l'organe « adapte constamment ses parois à son contenu ».

Après l'exposé succinct de la physiologie du suc gastrique, M. G. Lyon montre comment il faut procéder à l'interrogatoire du malade, l'importance de la méthode à suivre; enfin, il poursuit l'examen clinique par les méthodes d'investigation courantes : inspection, palpation, diaphanie, percussion, insufflation, cathétérisme, etc. Par l'analyse du suc gastrique après le repas d'épreuve, on détermine les déviations du chimisme gastrique. Ces déviations ont servi de base à une classification des gastropathies; mais l'auteur discute la valeur de ces résultats. Il insiste sur la variabilité qu'ils présentent, même à l'état normal. Il conclut qu'à part certains cas très tranchés, il ne faut pas tirer du chimisme des déterminations diagnostiques absolues. Il s'appesantit, au contraire, sur l'importance des troubles fonctionnels résultant des modifications de la motricité gastrique. Mais il faut concevoir que la motricité et la sécrétion ont l'une sur l'autre une action réciproque considérable.

M. Lyon étudie ensuite les troubles de l'appétit, les douleurs, hémorragies, vomissements, le pyrosis, la flatulence, l'aérophagie, que la Radioscopie a permis d'observer avec exactitude. Un chapitre est consacré aux complications et au retentissement à distance des dyspepsies. Ici, comme dans nombre d'autres affections d'organes divers, les troubles nerveux sont généralement disproportionnés à la gravité de la lésion, et les lésions organiques les plus graves sont, pour ainsi dire, celles qui en déterminent le moins.

La troisième partie de l'ouvrage est réservée à la Thérapeutique générale, la quatrième au diagnostic et au traitement des Maladies de l'Estomac en particulier. M. G. Lyon excelle dans l'exposé des méthodes thérapeutiques; il a fait ses preuves à ce sujet. Je puis donc ne pas insister et me borner à une légère critique, que motive, à mon sens, le trop faible développement qu'il a accordé au chapitre relatif au traitement chirurgical et à ses conséquences. Une cinquième partie comprend un formulaire détaillé et clôt ce livre qui répond parfaitement au but pratique que l'auteur s'est proposé.

Dr A. LÉTIENNE.

1. M. Petitmengin vient de mourir prématurément. Il avait fait partie d'une Mission scientifique en Grèce. On pouvait attendre de lui des publications de Botanique systématique intéressantes, rendues faciles grâce à son herbier enrichi par des échanges internationaux. Il s'occupait spécialement des *Primulacées*.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 28 Décembre 1908.

M. **P. Villard** est élu membre de l'Académie dans la Section de Physique, en remplacement de M. E. Mascart, décédé.

1° Sciences mathématiques. — M. **Em. Belot** montre que la distribution des aphélies des petites planètes semble prouver que les masses relativement grandes de Vesta, Cérès et Junon ont absorbé la matière primitive en parcourant une trajectoire oblique sur l'écliptique, faisant avec son axe un angle de 14°. — M. **Œ. Bergstrand** a constaté que la combinaison d'un écran jaune et d'une plaque orthochromatique pour la photographie des étoiles fixes assure une netteté plus grande des images et l'élimination de l'influence nocive due à la réfraction atmosphérique. — M. **L. Thouveny** démontre que l'oiseau parcourt, dans un plan vertical, avec vent debout, une trajectoire à pente moins descendante ou plus ascendante que celle de la vitesse du vent prise en sens inverse; c'est l'inverse avec vent arrière. Par vent horizontal, l'oiseau parcourt, dans un plan horizontal, un arc présentant sa convexité vers la région d'où souffle le vent. — M. **A. Korn** présente ses recherches sur le problème des efforts dans la théorie de l'élasticité.

2° Sciences physiques. — M. **A. Dufour** a constaté que la vapeur de CaF^2 dans le champ magnétique possède un pouvoir rotatoire magnétique positif en dehors et au voisinage des doublets de toutes les composantes de la bande D' et négatif à leur intérieur; pour les bandes D et D', c'est le contraire qui a lieu. Dans la vapeur d'hypoazotide, les raies $\lambda = 5.925,4$ et 5.856,9 présentent à leur voisinage une rotation magnétique négative. — M. **G. Urbain** montre que, dans tout système phosphorescent binaire dont on fait varier les teneurs relatives en phosphorogène et en diluant : 1° chaque bande de phosphorescence passe par un optimum; 2° les optima des différentes bandes ne coïncident pas nécessairement, bien qu'ils correspondent toujours à des proportions relativement faibles du phosphorogène. — MM. **A. Guntz** et **W. Broniewski** ont déterminé la résistance électrique spécifique de divers métaux : Cs, 19,3 à 0°; Rb, 12,8; K, 7,01; Na, 4,3; Li, 8,55; Ga, 53,4; Te, 0,102. — M. **P. Gaubert** montre que le facies particulier de certains cristaux naturels est dû à l'absorption et à la syncristallisation de matières étrangères. — M. **W. Oechsner de Coninck** a reconnu que la réduction du chlorure d'uranyle par l'hydrogène ne peut pas servir à la détermination du poids atomique du chlore, car elle ne donne pas des résultats assez concordants. — M. **A. Béhal** a observé que les dérivés halogénés de la série cyclique réagissent sur les acides organiques pour donner naissance à HCl et à un éthersel du radical cyclique; la réaction est activée par les sels de Fe, Zn, Sn, etc.; elle est retardée par ceux de Mg, Ni, Ca. — M. **L.-H. Philippe**, en réduisant par l'amalgame de Na la lactone gluco-heptonique β, a obtenu un nouvel alcool heptavalent, la glucoheptite β. Elle fond à 130°-131° et est très faiblement dextrogyre en solution aqueuse; $[\alpha]_D = +48'$. Son éther heptacétique a un fort pouvoir rotatoire : $[\alpha]_D = +34°,8$. — MM. **A. Goris** et **M. Mascré** ont constaté la présence de l'urée chez quelques Champignons supérieurs : *Tricholoma Georgii*, *Psalliota campestris*. — M. **E. de Stoecklin** montre que le tannate de fer constitue une nouvelle peroxydase artificielle, capable de porter l'oxygène de H^2O^2 sur une série de corps ayant résisté à l'action des peroxydases connues. — M. **M. Piettre** a reconnu que la bilirubine est la seule matière fondamentale des pigments biliaires. La biliverdine n'est pas un simple produit d'oxydation; elle contient du chlore. La bilirubine cristallise bien dans le mélange CCl^4-$CHCl^3$.

3° Sciences naturelles. — MM. **H. Calmette** et **C. Guérin** montrent que le bacille tuberculeux bovin, cultivé sur bile de bœuf, acquiert des propriétés spéciales : il est facilement absorbable à travers la paroi du tube digestif et peut créer des lésions à calcification rapide. Injecté par voie intraveineuse aux Bovidés, il produit une maladie générale fébrile, sans formation de tubercules, évoluant comme une typhobacillose. — M. **L. Bordas** a observé que la glande arborescente gauche annexée à l'appareil générateur femelle des Blattes sécrète des cristaux de carbonate de chaux, surtout abondants à la ponte et servant à l'édification de la coque ovigère. — M. **G. André** a constaté qu'une plante vivace se comporte, dans la première et la deuxième année de sa végétation, comme une plante annuelle qui n'a pas atteint le début de sa floraison. Toutefois, le poids absolu de la racine de la plante vivace est beaucoup plus considérable, et les réserves minérales sont très notables, surtout pour la racine. — M. **A. Lacroix** a étudié les laves des dernières éruptions de Vulcano (îles Eoliennes). Elles ne constituent pas un type pétrographique spécial : c'est un trachyte à anorthose, augite et olivine. Les enclaves de microsanidinite se rapportent au type de la shoshonose. Ces laves ne présentent que de faibles variations chimiques. — M. **M. Gignoux** montre que les formations de Palerme appartiennent à un cycle sédimentaire distinct de celui du Pliocène et méritent d'être gardées comme type d'un étage sicilien bien caractérisé. Par ce fait même, il est naturel de rattacher l'étage sicilien au Quaternaire, dont il marquerait la phase initiale, ou premier cycle sédimentaire.

Séance du 4 Janvier 1909.

M. **Zirkel** est élu Correspondant pour la Section de Minéralogie, en remplacement de M. Klein, décédé.

1° Sciences mathématiques. — M. **G. Darboux** présente ses recherches sur certains systèmes d'équations différentielles linéaires analogues à celui qui se présente dans la théorie du mouvement relatif. — M. **P. Boutroux** étudie les intégrales multiformes des équations différentielles algébriques du premier ordre. — M. **L. F. Bertin** montre que les aéroplanes ont besoin d'un plan vertical de dérive, qui leur assure à la fois la force centripète nécessaire aux girations et l'inclinaison de sécurité. Le même résultat peut être obtenu par un gauchissement du plan sustentateur ou un mouvement latéral du centre de gravité; mais ces procédés, instinctifs chez l'oiseau, semblent d'une complication gênante pour l'aviateur. — M. **Berget** décrit une méthode gravimétrique très sensible pour la mesure des hautes altitudes dans les ascensions en ballon ; il montre que la variation apparente du poids d'un corps entre deux stations est proportionnelle à leur différence de niveau. Il reste à réaliser un instrument approprié.

2° Sciences physiques. — M. **A. Turpain** rappelle qu'il fut le premier à indiquer les propriétés des champs interférents en 1898 et montre la différence entre son dispositif et le champ de concentration de M. Blondel, datant de 1903. — M. **K. Birkeland** poursuit l'exposé de ses recherches sur les orages magnétiques polaires et l'aurore boréale. — M. **M. Chanoz** a reconnu que le passage d'un courant continu à travers le contact de

deux dissolutions aqueuses d'électrolytes MR, M'R', est capable de modifier la différence de potentiel entre ces deux liquides. La variation de potentiel produite dépend de la nature des dissolutions et du sens de passage du courant. — M. J. Thovert a constaté que la reproduction des couleurs par les plaques autochromes ne donne pas de bons résultats en lumière artificielle autre que l'arc électrique. — M. A. Faucon a déterminé le diagramme de congélation des mélanges d'eau et d'acides gras solubles ; les résultats obtenus ne décèlent pas la formation d'hydrates. — MM. G. Baume et F.-L. Perrot ont mesuré avec une grande précision la densité du méthane par la méthode du ballon. Ils ont trouvé en moyenne 0,7168, valeur qui concorde avec celle qu'a calculée Leduc. On en déduit la valeur 12,004 pour poids atomique du carbone. — M. P. Lebeau a traité le siliciure de magnésium par HCl et condensé dans l'air liquide les hydrures de silicium formés. Par distillation fractionnée, on peut isoler SiH^4, Si^2H^6 D = 2,18) et un produit liquide Si^2H^4, spontanément inflammable à l'air. — M. H. Marais a constaté que le chlorhydrate et le bromhydrate d'éthylamine possèdent une forme stable, monoclinique, isomorphe à la température ordinaire. Au-dessus de 80° et 83° ils se transforment en modifications uniaxes, stable et instable, isodimorphes. — M. C. Gerber a observé que le temps de coagulation du lait par certaines présures (Maclure, Crustacés décapodes) est accéléré par l'addition d'alcalis libres. — M. L. Gaucher montre que la caséine passe de l'estomac dans le duodénum d'abord sous la forme liquide, ensuite à l'état de caséum. La coagulation du lait dans l'estomac n'est nullement nécessaire ; elle peut même parfois être nuisible à la digestion.

3° Sciences naturelles. — M. A. Borrel signale la présence constante de *Demodex* couverts de bacilles dans les follicules pileux et les glandes sébacées des lépreux. Ce parasite pourrait bien être l'agent de contamination de la lèpre. — M. Ed. Bordage a observé que l'ablation des chélipèdes chez l'*Atya Serrata* est suivie d'une régénération de chélipèdes présentant la forme ortmanienne, c'est à-dire la forme ancestrale (régénération hypotypique). Au cours du développement, le type atyen reparaît finalement. — M. A. Lécaillon a reconnu qu'il se produit, dans la cicatricule des œufs non fécondés de la poule, une véritable segmentation parthénogénésique ; les cellules de segmentation se multiplient par mitose ; mais elles finissent par dégénérer les unes après les autres. — M. P. Garrigou-Lagrange a étudié le régime des sources en Limousin en 1908 ; la diminution notée les années précédentes s'est encore aggravée, par suite de la sécheresse prolongée. — M. A. Angot signale l'enregistrement très net, au sismographe du Parc Saint-Maur, du tremblement de terre du 28 décembre 1908. Les oscillations ont débuté brusquement à 4 h 23, 9 min. et les grandes oscillations ont commencé à 4 h. 27, pour devenir moins fortes à 4 h. 50 et à peine perceptibles depuis 5 h. 20. — M. R. Cirera annonce un enregistrement analogue à l'Observatoire de l'Ebre.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 29 Décembre 1908.

M. le Président annonce le décès de M. R. Blache, associé libre.

M. le Dr Lagarde lit un travail intitulé : Résultats éloignés de la prothèse par les injections de paraffine froide ramollie sous pression. — M. le Dr Martin du Magny donne lecture d'un travail sur la toux et la voix lointaines, signe pathognomonique de toutes les compressions bronchiques.

Séance du 5 Janvier 1909.

M. F. Raymond présente un Rapport sur un travail de M. G. Marinesco relatif à *deux cas de sclérose en plaques améliorés par la radiothérapie*. Le nombre des séances a varié entre 6 et 16 ; l'application des rayons X a eu lieu tous les deux jours au niveau de la région lombaire pendant 7 à 10 minutes. Les résultats obtenus ont été satisfaisants, surtout pour le tremblement intentionnel, qui a complètement disparu, ainsi que pour les troubles de la mobilité. On n'a pas observé de troubles cutanés. C'est donc une méthode à retenir et à essayer. — M. Ch. Moureu présente, au nom d'une Commission spéciale, un Rapport sur *l'emploi des composés arsenicaux en Agriculture, considéré au point de vue de l'Hygiène publique*. Les avantages des arsenicaux pour la lutte contre les insectes sont incontestables ; ils sont, au point de vue purement agricole, un excellent moyen de défense. Malheureusement, leur emploi présente de redoutables dangers, tant pour l'ouvrier des champs, dont la vie se passe, pour ainsi dire, au milieu de l'arsenic, que pour le consommateur, sans cesse exposé à rencontrer des produits empoisonnés. Une réglementation extrêmement sévère, si elle était applicable aux travaux de l'agriculture, pourrait, dans une certaine mesure, atténuer les dangers. Mais les instructions très rigoureuses, comme celles qu'il faudrait prescrire, resteraient lettre morte et ne seraient pas suivies par les ouvriers agricoles. La surveillance, d'ailleurs, serait pratiquement impossible. Quant aux produits agricoles issus de végétaux traités à l'arsenic, leur bon renom serait sérieusement compromis. On dispose d'ailleurs, dans la lutte contre les insectes, d'autres agents n'offrant aucun danger pour l'hygiène générale. La Commission, à l'unanimité, estime donc que l'Académie a pour devoir de demander au Ministre de l'Intérieur, en réponse à sa lettre du 16 septembre 1908, de prohiber, d'une manière radicale et absolue, l'emploi des arsenicaux en Agriculture, et d'assurer, par conséquent, à l'avenir, l'application pure et simple de l'ordonnance royale de 1846, interdisant la vente et l'emploi de l'arsenic et de ses composés pour la destruction des insectes.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 26 Décembre 1908.

M. L. Bruyant, en examinant trois lots de Moustiques provenant du Tonkin, en a trouvé de 5 à 20 % parasités par des larves d'Hydrachnides, dont le nombre peut s'élever jusqu'à 12. — M. C. Gerber montre qu'on peut abaisser jusque vers 0° la limite d'activité des présures classiques en augmentant la quantité de sels alcalino-terreux contenus dans le lait. — MM. A. Gilbert et A. Baudouin ont observé, au cours de certaines maladies du foie, une élévation du coefficient glycémique (après absorption du glucose), qui s'élève entre 1,60 et 2,50. MM. L. Ambard et F. Papin ont reconnu qu'il y a une concentration limite de l'urée dans l'urine : elle est de 10 ‰ chez le chien et se retrouve au cours de tous les régimes azotés, quelle que soit leur teneur en azote. Il y a une quantité maxima d'urée susceptible d'être éliminée par le rein : elle est de 4,5 gr. par jour et par kilog de chien. — MM. J.-P. Langlois et L. Garrelon ont constaté que, sous l'influence de la cocainisation faible de la région bulbaire, la polypnée thermique disparaît chez le chien et la température s'élève de 5 à 6 dixièmes de degré ; quand l'effet de la cocaïne a disparu, la polypnée reparaît et la température s'abaisse. — M. M. Jnngano a isolé de l'intestin de la roussette un nouveau microbe anaérobie, qu'il désigne sous le nom de *Bacillus sporogenes non liquefaciens*. — M. Cl. Regaud montre que les mitochondries sont constituées par un support protoplasmique de forme variable, combiné à une substance caractéristique possédant des réactions chimiques spéciales — MM. Crespin et Lelouche ont observé que si, au cours de l'accès palustre, il y a un certain trouble transitoire dans le fonctionnement du rein, cet organe recouvre rapidement toute sa capacité d'élimination dans le stade de chaleur. — M. G. Battez montre que c'est par son action sur le système nerveux que le chloroforme produit la glyco-

surie. — M. W. Oechsner de Coninck décrit une réaction de l'iodoforme en présence du chloroforme ou du bromoforme : c'est sa coloration rose, puis rouge, à froid, en présence d'un cristal d azotate de plomb. — MM. Ch. Achard et M. Aynaud montrent que ni la coagulation du sang, ni la rétraction du caillot ne dépendent de la présence des globulins. — M. J. du Castel a constaté que, dans la majeure partie des cas, le thymus rachitique est hypertrophique; dans quelques rares cas, pourtant, l'hypertrophie fait défaut. — M. H. Piéron a poursuivi ses recherches sur la rythmicité chez les *Actinia equina*; il a observé quelques cas de rythmes nycthéméraux. — MM. Léopold-Lévi et H. de Rothschild montrent que certaines lésions de la glande thyroïde sont des lésions d'hyperthyroïdie compensatrice ou réactionnelle. — Mlle El. Lazarus a observé qu'un microbe se trouvant en présence d'une quantité déterminée d'ions H ou OH peut se développer ou rester en vie latente, selon la nature des matières nutritives présentes. — M. et Mme L Lapicque ont reconnu que l'excitabilité du muscle est isochrone à celle de son nerf moteur. Quand l'isochronisme du muscle et de son nerf est altéré dans un sens ou dans l'autre, à partir du moment où l'hétérochronisme atteint une certaine valeur, l'excitation n'est plus transmise du nerf au muscle. — MM. G. Barthet et H. Bierry ont constaté que le suc d'*Helix pomatia*, capable d'hydrolyser le raffinose et le gentianose, est aussi actif sur le stachyose (mannéotétrose); les sucs de crustacés n'ont aucune action sur ces trois sucres. — MM. Ch. Dhéré et L. Lapicque décrivent un procédé de récolte et de conservation du sang de poulpe par addition de fluorure de sodium.

Séance du 9 Janvier 1909.

MM. H. Bierry et G. Barthet ont constaté que le suc gastro-intestinal d'*Helix pomatia*, en quantité convenable et après un temps suffisamment long, hydrolyse totalement le manninotriose. — M. M. L. Bruyant montre que les Phalangides hébergent au moins deux larves parasites différentes de Leptes. — MM. A. Lelièvre et Ed. Retterer ont trouvé que, de la surface du noyau des hématies nucléées, partent, en rayonnant, des stries ou trabécules dont la base s'insère au noyau et dont le sommet se termine à la périphérie de l'hématie. Des fils transversaux plus minces relient ces trabécules rayonnantes et deviennent de plus en plus abondants à mesure que les trabécules s'éloignent du noyau. — M. G. Bohn montre que, lorsqu'on a une série de fonds d'éclairements croissants, les réactions vis-à-vis d'une source de lumière ou d'un ensemble de surfaces diversement éclairées peuvent être positives jusqu'à un certain éclairement, et au delà devenir négatives. — MM. A. Clerc et A. Sartory ont trouvé, dans les parois de la cavité creusée dans le thalle du *Codium Bursa*, un nouveau microbe se rapprochant du *Micrococcus cinnabareus*. — MM. G. Bainier et A. Sartory ont découvert un nouveau champignon pathogène, voisin de l'*Aspergillus fumigatus*, mais en différant par les spores, et par les ascospores qui sont sphériques et échinulées; ils le nomment *A. fumigatoïdes*. — M. J. Nageotte signale l'existence de granulations lipoïdes dans la substance grise des centres nerveux, probablement identiques aux neurosomes de Held. — M. L. Gaucher a constaté que le lait ingéré franchit rapidement l'estomac; il met 35 minutes environ pour franchir le pylore. — MM. M. Doyon, Cl. Gautier et A. Policard ont reconnu qu'une anesthésie chloroformique un peu prolongée exerce sur le foie une action nécrosante qui se poursuit après la cessation de l'anesthésie. — MM. L. Ambard et E. Papin montrent qu'il y a une concentration limite de NaCl dans l'urine (15 ‰ chez le chien); il existe également une élimination limite de NaCl, qui est d'environ 0,6 gramme par kilogramme et par jour. — MM. F. Arloing et de Lagoanère ont constaté que l'association à la toxine typhique des toxines strepto- et staphylococciques rend les troubles cardiaques plus constants et plus marqués. — M. C. Levaditi montre que l'As des composés arsenicaux à structure chimique complexe, une fois soumis à l'influence des organes, entre dans la constitution de l'albumine des tissus, pour former une toxalbumine arséniée, qui se fixe sur les trypanosomes sensibles à l'atoxyl. — MM. A. Policard et J. Mawas déduisent de leurs observations qu'il ne semble pas y avoir de rapport entre la fonction motrice ciliaire et les mitochondries. — MM. Moussu et Le Play ont constaté que des accidents rapidement mortels surviennent dans le cas d'extirpation totale des surrénales ou, en cas de non extirpation ou d'extirpation incomplète, lorsque les connexions vasculaires sont supprimées. — MM. Ch. Aubertin et J. Lhermitte ont reconnu que l'intoxication alcoolique chronique expérimentale peut s'accompagner de paralysies dont la cause revient uniquement à la destruction des cellules motrices spinales avec intégrité presque absolue des nerfs périphériques. — MM. J. Jolly et H. Rossello signalent une parenté probable entre le tissu splénique et le tissu médullaire. Le tissu splénique semble intermédiaire entre celui des ganglions et celui de la moelle : il précède, dans son développement et son rôle hématopoïétique, le tissu de la moelle. — M. G. Bouet a trouvé, chez un serpent du genre *Naja*, et chez une tortue de terre *Cinixys bellianu*, deux Hémocytozoaires pigmentés qu'il range dans le genre *Plasmodium*. — MM. J. Thiroloix et G. Rosenthal montrent que le sérum des chevaux vaccinés, par l'inoculation de cultures aérobisées, contre la bactérie anaérobie de l'hémobioculture rhumatismale, est inoffensif, préventif et curateur.

RÉUNION BIOLOGIQUE DE BORDEAUX

Séance du 1er Décembre 1908.

MM. Coyne et A. Auché ont préparé un sérum antidysentérique polyvalent par injection au cheval d'abord de toxines Shiga, puis d'un mélange de cultures Shiga et Flexner. — M. Ch. Pérez a rencontré, dans la cavité générale du *Termes lucifugus*, une Microsporidie nouvelle, voisine des *Glugea*, qu'il nomme *Duboscqia Legeri*. — MM. J. Bergonié et L. Tribondeau ont constaté que la fulguration du foie du lapin entraîne la destruction massive d'une portion de la glande hépatique.

Séance du 22 Décembre 1908.

M. C. Sauvageau a étudié les variations du *Colpomenia sinuosa* sur les côtes de Bretagne. Après une période de grande multiplication, il a disparu en beaucoup d'endroits, notamment dans la rivière de Vannes, où il a été étouffé par l'*Enteromorpha clathrata*. — M. J. Sellier expose un certain nombre de faits démontrant l'identité du ferment protéolytique et de la présure. — M. A. Auché décrit une méthode de recherche simultanée de l'urobiline, de son chromogène et des pigments biliaires vrais, basée sur l'observation attentive des variations du spectre après addition de divers réactifs. — Le même auteur indique un procédé de séparation de l'urobiline de la bile, consistant à entraîner les pigments biliaires par des poudres minérales lourdes et à extraire l'urobiline par le chloroforme thymolé. — M. J. Montéli explique la respiration faible physiologique, normale, du sommet du poumon droit par le fait que la bronche lobaire supérieure droite s'embranche à angle plus ou moins droit sur sa bronche souche verticale, tandis que la bronche lobaire supérieure gauche continue dans sa direction même la bronche souche gauche. — MM. J. Bergonié et L. Tribondeau ont reconnu que la destruction et la réparation du foie sont identiques par leurs manifestations histologiques, qu'elles se produisent après fulguration, électrolyse monopolaire, broiement ou cautérisation.

RÉUNION BIOLOGIQUE DE MARSEILLE

Séance du 15 Décembre 1908.

M. C. Gerber a étudié l'action des présures végétales sur le lait aux températures élevées. — MM. D. Olmer et A. Tian ont décelé, par l'examen spectroscopique, la présence du thallium dans le liquide céphalo-rachidien dans un cas d'intoxication par l'acétate de thallium. — M. Ch. Livon estime que le produit actif de la sécrétion interne de l'hypophyse se concentre sur les éléments nerveux du lobe postérieur, pour de là gagner l'organisme. — MM. Alezais et Peyron signalent l'existence d'un nouveau groupe de tumeurs épithéliales des organes chromaffines : les *paragangliomes*, à évolution quelquefois maligne, et dont la généralisation s'effectue surtout par la voie veineuse. — Les mêmes auteurs montrent que la présence d'une capsule conjonctive dans les humeurs des glandes salivaires n'a pas la valeur morphologique qu'on lui attribue. — M. J. Cotte signale divers cas de floraison dans les Maures, pendant l'été 1908, en particulier chez la Lavande.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 18 Décembre 1908.

MM. H. Calmels et L.-P. Clerc : *Sur la théorie des trames utilisées en photogravure.* On sait que, par l'emploi de la trame, on se propose de transformer une image à modelés continus en une image discontinue, exclusivement formée d'éléments noirs, de dimensions variables, distribués sur fond blanc, de telle sorte que, vus à quelque distance, la confusion des éléments noirs avec leurs intervalles fournisse en chaque région de l'image ainsi transformée la sensation d'un gris proportionnel à la tonalité du modèle dans la région correspondante. M. Ch. Féry a montré[1] que cette transformation est exclusivement due, dans les conditions habituelles de la pratique industrielle, aux pénombres raccordant de façon continue les cônes de pleine lumière projetés derrière les mailles transparentes de la trame et les zones d'ombre projetées derrière les bandes opaques. Cette théorie ne suffit pas à rendre compte des variations de forme des éléments de l'image négative tramée, et notamment du passage de la disposition en cercles noirs sur fond blanc (demi-teintes foncées) ou en cercles blancs sur fond noir (demi-teintes claires) à la disposition en damier des demi-teintes moyennes MM. H. Calmels et L.-P. Clerc ont été ainsi amenés à développer les considérations exposées jadis par M. Ch. Féry et à déterminer, dans le plan de la plaque sensible, les lieux des points d'égal éclairement, qu'ils appellent *courbes isophotes*, tout au moins dans un cas particulier simple, correspondant d'ailleurs de très près aux conditions habituelles de la pratique. La connaissance de ces courbes isophotes permet de prévoir quelle est, en chaque région de l'image tramée, la forme des éléments de cette image en éléments ayant précisément pour contours les isophotes successives, lorsque l'on considère successivement les diverses régions d'une échelle de teintes dégradées du noir au blanc, reproduite sous forme de négatif tramé. L'accord est complet entre les formes observées sur négatifs tramés exécutés industriellement, et les formes prévues par le calcul. Pour figurer plus complètement le phénomène, MM. Calmels et Clerc ont matérialisé, sous forme d'un moulage en plâtre, la surface représentative des éclairements dans le plan de la plaque sensible exposée derrière la trame dans le cas de réglage considéré ; cette surface est constituée par des fragments de paraboloïdes de révolution présentant alternativement vers le haut leur concavité et leur convexité, raccordés entre eux par des paraboloïdes hyperboliques; la section de cette surface par un plan passant à égale distance des sommets des deux familles de paraboloïdes de révolution reproduit la disposition en damier observée dans les demi-teintes moyennes d'un négatif tramé. — MM. Léon et Eugène Bloch : *Ionisation par le phosphore et phosphorescence :* 1. L'un des auteurs a montré précédemment[1] qu'un courant d'air sec assez lent qui a passé sur le phosphore est le siège d'une ionisation et que les ions produits sont des ions de très faible mobilité (gros ions). Dans les expériences dont il va être question, le courant d'air a été progressivement augmenté jusqu'à des débits assez élevés. Dans ces conditions, la phosphorescence subit une modification des plus curieuses : d'abord limitée au phosphore, elle s'allonge dans le sens du courant gazeux et, pour un débit suffisant, *elle finit par se séparer du phosphore*, laissant entre elle et lui un intervalle parfaitement obscur. On n'observe plus alors dans le tube qu'une colonne phosphorescente isolée qui se déplace, sans grande diminution d'éclat, en suivant les variations du débit, et qui peut se trouver à plusieurs mètres du phosphore. 2. Les auteurs ont cherché si, parallèlement à ce déplacement de la phosphorescence, on pouvait saisir un déplacement : 1° de la région où se produit l'*ionisation* ; 2° de la région où se produit l'*ozone*. Ils ont reconnu que la phosphorescence, l'ionisation et l'ozone se produisent dans la même région, qui peut être séparée du phosphore quand le courant gazeux est suffisamment rapide. 3. Ces faits indiquent que la phosphorescence, l'ionisation et l'ozone ne se produisent pas par l'oxydation directe du phosphore solide, mais par l'oxydation d'une substance émanée du phosphore et entraînée par le courant gazeux. On peut songer soit à la vapeur de phosphore, soit à l'anhydride phosphoreux. Les expériences de Jungfleisch, de R. Schenk, F. Mihr, H. Bauthien et et des auteurs sont en faveur de la seconde hypothèse. 4. L'ionisation par le phosphore ne serait donc qu'un cas particulier de l'ionisation par une combustion quelconque. De fait, les auteurs ont pu vérifier que l'un des caractères les plus remarquables de l'ionisation par les flammes, signalé précédemment par l'un d'eux[2], se retrouve dans le cas du phosphore : *la mobilité des ions produits décroît progressivement quand on s'éloigne de la phosphorescence.* — M. G. Delvalez présente diverses recherches sur *les anneaux de Nobili, les photographies colorées et les phénomènes de Hall dans les électrolytes.* 1° *Mécanisme de formation des anneaux.* Toute électrode parasite, plongée dans un électrolyte, dérive une partie du flux électrique qui traverse le liquide. On le voit nettement en déterminant la forme des surfaces équipotentielles, lorsque la lame parasite, par exemple verticale et normale aux électrodes, est immergée dans une cuve rectangulaire. C'est ce que l'auteur a constaté dans les deux cas suivants : 1° Lame de cuivre immergée au milieu d'une cuve contenant une solution de sulfate de cuivre (100 grammes par litre) ; 2° Lame d'argent dans le même bain. Les équipotentielles sont normales à la lame vers le milieu de celle-ci. Si l'on place ensuite dans la même cuve le mélange de Nobili et des lames parasites de laiton, celles-ci se couvrent de figures analogues à celles de Nobili, dont l'aspect varie avec I, *l*, la concentration. Ces dépôts sont dus à une électrolyse du mélange, la densité du courant qui les produit variant d'un point à l'autre. Cette électrolyse, étudiée à part, a les caractères suivants : à l'anode, lames minces de minium d'abord, puis minium en masse et altération du laiton qui se réduit en Zn^2Cu; à la cathode, cuivre d'abord, puis, pour des densités plus fortes, mélanges de cuivre et de plomb, de plus en plus riches en plomb. L'un de ces dépôts devient bleu indigo à l'air, un autre noir; d'autres ne se colorent pas, mais n'ont pas la couleur du cuivre. 2° *Photographies colorées.* Si deux régions d'une lame de laiton immergée dans le mélange de Nobili sont différemment éclairées, il y aura un

[1] *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 1er avril 1895.

[1] E. Bloch : *Ann. de Chim. et de Phys.*, t. IV, 1905, p. 25.

[2] Bloch : *Comptes rendus*, t. CXL, 1905, p. 1327.

courant entre elles, d'où formation de lames minces colorées d'une façon variable avec le temps et la différence d'éclairements. Si l'on met un négatif au-dessus de la lame et le tout au soleil, on a, en effet, une silhouette colorée. Les blancs donnent : après 5 minutes, jaune brun; 10 minutes, lie de vin; 15 minutes, bleu indigo; 20 minutes, vert. Les noirs donnent du bleu violacé qui pâlit ensuite. 3° *Phénomène de Hall.* Un champ magnétique modifie un flux électrique qui lui est normal; par suite, on peut espérer, si ce phénomène est intense, comme le dit Bagard (1896), que les figures de Nobili changeront d'aspect si on les produit dans un champ. Elles changent en effet considérablement; mais leur production est accompagnée alors de courants liquides (H = 4.050 gauss). Or, l'expérience apprend que l'électrolyse de mélanges en mouvement donne des dépôts différents de ceux qu'on obtient le liquide étant au repos. Si, pour isoler l'effet Hall, on immobilise le liquide par de la gélatine, il reste un effet dû à ce que le colloïde s'accumule autour du bloc; d'ailleurs, si l'on emploie, quand on peut le faire, du papier à filtre pour l'immobiliser, il n'y a plus de déformations. Celles-ci sont donc uniquement dues au mouvement de l'électrolyte. Si l'on étudie alors les expériences de Bagard, on trouve qu'elles présentent une cause d'erreur systématique, due à la production de courants liquides ou d'entraînement de la surface au cours des expériences. Si l'on évite cela, on n'observe plus rien (H = 4.050 gauss). On peut enfin, pour éviter ces courants liquides, employer un courant alternatif de haut voltage (champ de 12.000 gauss). Si l'on évite des causes d'erreurs nombreuses, on ne perçoit aucun effet. Mais on peut déduire de l'expérience que le coefficient de rotation de Hall est sûrement inférieur à 5×10^{-9}, alors que Bagard lui assigne une valeur de l'ordre de 10^{-6}. La théorie des ions, d'après M. Donnau, permet d'expliquer le phénomène et elle donne au coefficient K une valeur en relation simple avec les différences des mobilités des ions. Elle indique que K est de l'ordre de 10^{-6} pour les vapeurs, 10^{-13} pour les solutions. On est donc encore bien loin de pouvoir constater nettement le phénomène.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

Séance du 5 Novembre 1908.

Lord **Rayleigh** présente une Note *sur les mascarets dus aux marées*, dans laquelle il donne une théorie simple du phénomène. Celle-ci le conduit à l'expression de la perte d'énergie au lieu du mascaret. Cette perte d'énergie ne constitue pas une difficulté, étant donnée l'existence de la viscosité de l'eau; mais l'im-

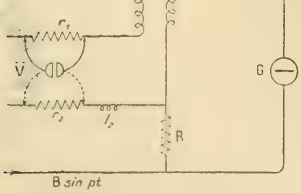


Fig. 1.

possibilité d'un gain d'énergie montre que les mouvements considérés ne sont pas réversibles. — M. **A. Campbell** décrit une *méthode pour comparer l'inductance mutuelle à la résistance au moyen des courants alternatifs biphasés.* Soit M (fig. 1) l'inductance mutuelle et R la résistance, et soient A cos pt et B sin pt deux courants en quadrature, provenant, par exemple, d'un alternateur biphasé. Soit G un galvanomètre à vibration accordé à la fréquence n, où $p = 2\pi n$. Quand le galvanomètre ne présente aucune déviation, la f. é. m. induite dans le circuit est nulle à chaque instant; donc :

$$\frac{d}{dt}(\mathrm{MA}\cos pt) + \mathrm{RB}\sin pt = 0, \quad \text{d'où } \mathrm{R} = \frac{\mathrm{A}}{\mathrm{B}}p\mathrm{M}.$$

Cette condition donne une comparaison directe entre R et M, quand p et A/B sont connus. En observant la vitesse de l'alternateur, on a p; tandis que le rapport de A à B est obtenu au moyen du voltmètre électrostatique V, qui est placé alternativement à travers les résistances égales r_1 et r_2, ou par un électrodynamomètre différentiel. En pratique, A est fait presque égal à B. On arrive à l'équilibre en faisant varier R, M ou p jusqu'à ce que la déviation galvanométrique devienne nulle, en maintenant la quadrature exacte par l'ajustage de la self inductance l_2. — M. **F. J. Jervis-Smith** poursuit ses *recherches sur la production d'une luminescence dans un récepteur à vide se mouvant près d'un champ électrostatique.* Un globe de silice tourne dans un champ magnétique ou électrostatique, le gaz résiduel étant de l'oxygène. L'inducteur est chargé jusqu'à ce que le globe luise; puis il est lentement déchargé avec un fil jusqu'à ce que la lueur disparaisse. En établissant le champ magnétique, une lueur brillante réapparaît. L'effet magnétique est moins marqué avec l'air comme gaz résiduel. En employant le néon, le globe ne donne qu'une lueur faible, rougeâtre; la lueur est peu affectée par le champ magnétique. Si l'on tourne entre les pôles d'un électro-aimant un globe en silice en contact avec un peigne en poils de chameau, la pression de ce dernier étant assez faible pour qu'aucune lueur ne soit visible, quand on établit un champ magnétique le globe luit brillamment et s'éteint quand on éloigne le champ. — M. **W. G. Duffield** : *L'effet de la pression sur le spectre d'arc.* II. *Cuivre* : λ 4.000 *à* λ 4.600. Voici les résultats obtenus par l'auteur sur le cuivre pour les longueurs d'onde indiquées. A. *Élargissement.* 1° Toutes les lignes sont plus larges aux hautes pressions qu'à la pression atmosphérique. 2° L'élargissement augmente avec la pression. 3° Il n'est pas symétrique, étant plus grand du côté du rouge. 4° Il est inégal pour les différentes lignes 5° Les lignes de séries deviennent comme des bandes, puis se dissipent aux pressions les plus élevées; les lignes non en série, quoique très élargies, restent bien définies. B. *Déplacement.* 1° Sous pression, la partie la plus intense de chaque ligne est déplacée de la position qu'elle occupait à la pression ordinaire. 2° Le déplacement est dans la direction de la plus grande longueur d'onde. 3° Le déplacement est réel et non pas dû à l'élargissement non symétrique. 4° Le déplacement de chaque ligne est continu et linéaire avec la pression. 5° Les lignes appartenant à la 1re et à la 2e série subordonnées ont de plus grands déplacements que les lignes non en série. 6° Les déplacements des lignes non en série sont fonctions de leur longueur d'onde. C. *Renversement.* Aucune ligne n'a montré de trace de renversement sous pression. D. *Intensités relatives.* 1° Des changements de l'intensité relative des lignes ont lieu sous pression. 2° Celles de la 1re et de la 2e sériess subordonnées disparaissent sous 40 atmosphères et ne réapparaissent pas à plus haute pression. 3° Les lignes de la 1re sous-série deviennent brumeuses, semblables à des bandes, et se dissipent à haute pression. 4° Les lignes de la 2e sous-série diminuent graduellement d'intensité sans élargissement anormal. 5° Parmi les lignes non en série, celles qui sont nébuleuses sont renforcées. E. *Éclat de l'arc.* L'éclat de l'arc au cuivre augmente considérablement avec la pression de l'air qui l'entoure. — MM. **A. T. Cameron** et **Sir W. Ramsay** ont mesuré *le spectre de l'émanation du radium* sur l'émanation accumulée pendant 12 jours de 477 mgr. de bromure

de radium. Le dispositif qui leur a donné les meilleurs résultats consiste à produire le spectre dans un tube entre des électrodes de cuivre. Le spectre obtenu ne renferme pas les lignes de l'hydrogène; il est très brillant et renferme un grand nombre de raies vertes, bleues et violettes, avec une ligne très peu réfrangible dans le rouge. Aucune de ces lignes ne coïncide avec une ligne du spectre des nébuleuses. — MM. le Comte **de Berkeley, E. G. J. Hartley** et **C. V. Burton** : *Sur la pression osmotique des solutions aqueuses de ferrocyanure de calcium. I. Les solutions concentrées.* Les recherches des auteurs avaient pour but de vérifier expérimentalement l'équation osmotique de A. W. Porter. Ils ont construit une membrane qui peut résister à des pressions osmotiques de ferrocyanure de calcium atteignant 150 atmosphères sans percolation sensible de la solution. Ils trouvèrent que la formule ne se vérifie qu'à 3 °/₀ près. Mais ils reconnurent que cette formule se réfère à des pressions osmotiques dans le vide, tandis que leurs expériences étaient nécessairement faites dans l'air à la pression ordinaire. En modifiant l'équation pour tenir compte de ce fait, les résultats expérimentaux concordent rigoureusement avec ceux du calcul.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Séance du 17 Décembre 1908.

M. **J. E. Reynolds**, en traitant le pyrrol potassé C^4H^4 AzK par le chlorure de silicium à basse température, a obtenu, après une réaction énergique, KCl et un silicotétrapyrrol Si $(AzC^4H^4)^4$, F. 173°. Si l'on fait réagir le silicochloroforme sur le pyrrol potassé à très basse température pour modérer la réaction, on obtient un liquide vert-sombre, Eb. > 210° sous 50 mm., de composition SiH $(AzC^4H^4)^3$, et un liquide bouillant à 135° sous 50 mm., de composition SiH$(AzC^4H^4)Cl^2$. La pyridine donne avec $SiBr^4$ et $SiCl^4$ des produits d'addition, contenant deux molécules de pyridine pour une d'halogénure. L'acétonitrile et le propionitrile fournissent aussi des produits d'addition. — M. **V. H. Veley** a mesuré les valeurs d'affinité de la tropine et de ses dérivés. La tropine a une affinité de beaucoup inférieure à celle de la pipéridine; l'ecgonine (tropine-carboxylate) est un électrolyte amphotère; l'anhydroecgonine est une base plus forte que l'ecgonine. La cocaïne est une base relativement forte; sa valeur d'affinité $k_b = 2,5 \times 10^{-7}$. Les tropéines (atropine et homatropine) ont des valeurs d'affinité supérieures à 1.10^{-7}. — MM. **A. W. Crossley** et **Ch. Gilling** montrent que la triméthylcyclohexénone obtenue par l'action du malonate d'éthyle sur la chlorodiméthylcyclohexénone est identique à l'isophorone. La méthode de préparation des cétones hydroaromatiques peut être étendue en employant des éthers maloniques substitués, mais le rendement diminue à mesure qu'augmente le poids moléculaire du groupe substituant. — MM. **J. C. Cain** et **F. Nicoll** répondent aux critiques de Lamplough sur leur méthode de détermination de la vitesse des changements chimiques par la mesure des gaz dégagés. — MM. **S. R. Best** et **J. F. Thorpe**, en faisant réagir l'éthylate de soude sur le β-imino-α-cyano-γ-phénylbutyrate d'éthyle, ont obtenu l'acide correspondant, que l'élimination de CO^2 transforme en β-imino-α-cyano-γ-phénylpropane C^6H^5. CH^2.C(:AzH).CH^2.CAz. Traités par H^2SO^4 concentré, le premier donne l'acide 1:3-naphtylènediamine-2-carboxylique, le second la 1:3-naphtylènediamine. — MM. **W. N. Hartley** et **A. G. G. Léonard** montrent que l'éther est le seul solvant convenable pour déterminer le spectre d'absorption de la *p*-benzoquinone; en solution alcoolique, sous l'influence de la lumière solaire ou des rayons ultra-violets, il y a réaction entre le solvant et le corps dissous, qui se manifeste par une réduction de ce dernier en quinol ou en quinhydrone. — M. **W. N. Hartley** déduit de ses recherches que la *p*-benzoquinone est un dérivé du benzène; sa fonction peut être soit celle d'une cétone double, soit celle d'un peroxyde, suivant les circonstances. — M. **J. A. Smythe**, par l'action de HCl sur le sulfoxyde de benzyle, a obtenu : benzaldéhyde, chlorure de benzyle, benzylmercaptan, disulfure de benzyle, sulfure de benzyle, disulfoxyde de benzyle et benzaldéhyde-benzylmercaptan. La réaction est influencée par la température et la nature du solvant. L'auteur pense aussi que le sulfoxyde de benzyle existe sous deux formes en solution. — MM. **A. Slator** et **D. F. Twiss** ont étudié les vitesses des réactions entre le thiosulfate de sodium et les composés organiques halogénés. Les composés *iso* réagissent moins que les composés normaux. — M. **T. P. Hilditch** a déterminé le pouvoir rotatoire optique du cinnamate de menthyle seul et en solution dans divers solvants. Il conclut que ce corps est à l'état unimoléculaire en solution acétique ou chloroformique, tandis qu'il est associé lorsqu'il est seul. — Mlle **M. A. Whiteley** a reconnu que les dérivés mono et di-bromés de la malonamide et de l'acide barbiturique, qui contiennent les complexes —CO.CHBr.CO — ou — CO. CBr^2.CO —, mettent en liberté l'iode de HI à la température ordinaire, suivant l'équation $>CBr^2 + 4HI = >CH^2 + 2HBr + 2I^2$.

SOCIÉTÉ ALLEMANDE DE PHYSIQUE

Séance du 18 Décembre 1908.

M. **Thiesen** adresse un Mémoire *sur la chaleur spécifique des corps solides.* Dans une publication antérieure, il avait établi et vérifié sur le platine un système de formules représentant la détente et la chaleur spécifique des corps solides. Dans le présent travail, il présente le résultat préliminaire d'une vérification plus générale, fondée sur les déterminations antérieures des chaleurs spécifiques des solides. D'après les formules en question, la chaleur spécifique et le coefficient de détente seraient proportionnels à une même puissance de la température absolue. Or, cette relation, tout empirique qu'elle soit, se montra cependant bien supérieure, pour les extrapolations, aux séries de puissances jusqu'ici employées, et possède des propriétés essentielles de la loi véritable. D'accord avec les vues de M. Einstein, l'auteur admet que les atomes chimiques d'un corps solide, à la température du zéro absolu, sont maintenus par les forces élastiques dans des positions données, correspondant par exemple aux points d'entrecroisement d'un réseau à trois dimensions. Ces atomes exécuteraient autour de leurs positions d'équilibre, aux températures supérieures, des vibrations dont les fréquences, suivant trois directions données, seraient indépendantes l'une de l'autre. L'énergie de vibration serait en équilibre avec l'énergie du rayonnement noir remplissant le corps. Ces hypothèses permettent de calculer la chaleur spécifique d'un corps et de déduire la loi de Dulong et Petit, comme loi-limite s'appliquant aux températures élevées. D'autre part, il ne serait pas impossible que, dans le cas des métaux bons conducteurs, l'influence des électrons librement mobiles, regardée comme cause de la conductivité, se fît sentir. La chaleur spécifique de ces métaux s'approcherait alors, pour des températures décroissantes, non pas de zéro, mais d'une petite valeur constante, permettant de calculer le nombre jusqu'ici inconnu des électrons de conduction. — M. **O. von Baeyer** vient d'étudier *la réflexion et le rayonnement secondaire des rayons cathodiques lents.* D'accord avec ses recherches antérieures, il constate, pour les rayons cathodiques partant d'une cathode d'oxyde incandescent, et à partir d'une vitesse primaire de 5 volts, une réflexion et un rayonnement secondaire considérables sur les plaques métalliques. Cette réflexion décroît et le rayonnement secondaire s'accroît à mesure qu'augmente la vitesse primaire. L'intensité du rayonnement secondaire est si grande que, déjà pour une vitesse primaire d'environ 30 volts, le nombre d'électrons quittant la plaque équivaut à celui des élec-

trons qui la frappent. La condition superficielle du réflecteur est un facteur assez important pour le phénomène en question, tandis qu'on ne constate point d'influence sûre de la matière. La suie et le noir de platine ne présentent la réflexion et le rayonnement secondaire qu'à un degré extrêmement faible. — M. R. **Fürstenau** communique un travail *sur la relation qui existe entre la température et le rapport des chaleurs spécifiques des gaz.* La méthode dont il se sert est une modification de la méthode de résonance de M. Kalähne. Pour l'air, l'auteur constate une diminution du rapport des chaleurs spécifiques d'environ 0,2 °/o dans un intervalle allant jusqu'à 527°,2, pour l'acide carbonique une diminution de 3,5 °/o, et pour l'acide sulfureux une décroissance de 4,8 °/o entre 0 et 500°, tandis que, dans le cas du chlorure d'éthyle, la diminution, dans l'intervalle de 0 à 300°, est de 3,4 °/o. — M. E. **Meyer** présente une interprétation du nouvel effet des courants électriques signalé par M. Cantor, au dernier Congrès des Médecins et des Naturalistes allemands. Tandis que M. Cantor admet que la conduction du courant électrique dans les conducteurs métalliques s'accompagne du transport de particules inertes quittant le métal aux inflexions subites de la direction des fils du courant, l'auteur fait remarquer que le phénomène en question s'explique parfaitement par une ionisation de l'air produite par la décharge lumineuse sur le bord aigu. ALFRED GRADENWITZ.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE VIENNE

Séance du 29 Octobre 1908.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. K. **Zahradnik** : Construction des courbes rationnelles de 3e et de 4e ordres et classes au moyen des éléments incidents collinéaires.

2° SCIENCES NATURELLES. — M. F. **Theissen** communique une monographie des espèces de *Xylaria* du sud du Brésil, comprenant 40 espèces et variétés, dont plusieurs nouvelles. Ce genre se caractérise par le polymorphisme étendu des espèces individuelles.

Séance du 12 Novembre 1908.

SCIENCES PHYSIQUES. — M. J. **Rozic** décrit une méthode pour la mesure simultanée des forces électromotrices et des résistances internes variant d'une façon continue. Le courant est décomposé, au moyen d'une double roue dentée, en deux courants alternant rapidement, dont chacun est conduit, à travers une résistance mesurable, à un galvanomètre particulier. — M. A. **Wellik** a étudié, au point de vue de leur teneur en émanation, 81 sources des environs de Graz; la plupart renferment de l'émanation du radium; quelques-unes présentent des traces d'émanation du thorium. La teneur est généralement élevée, particulièrement à la source de Sainte-Radegonde, jaillissant des roches primitives, où elle atteint 12.10^{-3}. — M. A. **Skrabal** a poursuivi ses recherches sur les acides hypohalogénés et les hypohalogénites par l'étude de la cinétique de la décomposition des hypobromites en bromures et bromates en solution faiblement alcaline. Pour une concentration faible, mais constante, des ions OH, la réaction est du deuxième ordre quant à l'hypobromite. Une diminution de la concentration des ions OH et une augmentation de celle des ions Br accélèrent la formation du bromate; la présence d'autres sels agit comme celle des bromures.

Séance du 19 Novembre 1908.

1° SCIENCES PHYSIQUES. — M. A. **Defant** a déterminé la densité de la neige au sommet du Sonnblick (3.106 m.) et a reconnu qu'elle augmente régulièrement avec la profondeur. Le facteur le plus important de cette élévation de densité est la pression des couches sus-jacentes, qui chasse l'air se trouvant dans les pores de la neige. La neige d'altitude a une densité de 0,35, la neige de glacier de 0,55 et la glace de glacier de 0,85. — M. S. **Strakosch** a étudié l'intensité chimique de la lumière du jour du 15 février au 3 mars au Caire, à Luxor, Assouan et Khartoum. Pour une même hauteur du Soleil, l'intensité chimique augmente à mesure qu'on s'avance vers le Sud. — M. F. **Hauser** décrit un appareil pour copier les inscriptions phonographiques des plaques des Archives phonographiques de l'Académie sur des cylindres Edison.

2° SCIENCES NATURELLES. — M. R. **Hœrnes** montre que le lac interglaciaire de Salzburg à Hellbrun s'est étendu encore de 20 km. au S. S. E. dans la partie étroite, en forme de fosse, de la brèche de Salzburg, et que, depuis la formation de ce lac (période Riss-Wurm-interglaciaire), il s'est produit une modification marquée des positions relatives des hauteurs dans ce bassin, causée très vraisemblablement par un abaissement de la partie montagneuse méridionale interne.

Séance du 3 Décembre 1908.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. L. **Hanni** poursuit son essai d'interprétation cinématique des équations de Maxwell en prenant en considération le principe de réciprocité de la Géométrie. Si l'on forme les différentielles totales des variables dépendantes entrant dans les équations de Maxwell, et si l'on considère le temps comme un paramètre, on obtient de cette façon deux systèmes équivalents aux équations de Maxwell, d'où l'on peut parvenir de trois façons différentes seulement aux systèmes réciproques de la Géométrie.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — M. F. **Ehrenhaft**, en prenant un jet de mercure excessivement mince comme cathode et un fil de fer comme anode, et employant des intensités de courant qui maintiennent l'arc lumineux, a obtenu, dans de l'eau absolument pure, le mercure à l'état colloïdal. Cette suspension colloïdale s'est conservée sans modification depuis un mois et présente en lumière transmise une coloration brun-sombre. — M. W. **Sigmund** a trouvé, dans les rameaux feuillus des espèces indigènes de saules et de peupliers, une enzyme, qu'il nomme *salicase*, et qui dédouble la salicine en saligénine et glucose. Deux Ericacées (myrtille et bruyère) contiennent, de même, une enzyme, qu'il nomme *arbutase*, et qui dédouble l'arbutine en glucose et hydroquinone.

3° SCIENCES NATURELLES. — M. J. **Wiesner** a étudié le rapport entre la forme de la feuille et le besoin de lumière. Une division très prononcée du limbe coïncide en général avec un minimum accusé de besoins lumineux. Chez les arbres ou plantes qui s'ombragent avec une partie de leur feuillage, le minimum du besoin lumineux est d'autant plus accentué que le volume de la feuille est plus petit. Les feuilles de petit volume sont en général très allongées, souvent en forme d'aiguilles.

Séance du 10 Décembre 1908.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. A. **Wassmuth** : Sur le choix de la « division canonique » des systèmes dans la Mécanique statistique.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — M. A. **Wagner** a profité d'un séjour de 4 semaines au sommet du Sonnblick pour mesurer la teneur en eau des nuages; elle est en moyenne de 2 gr. par mètre cube. La grandeur des particules de brouillard a été mesurée par la méthode optique; leur diamètre est en moyenne de 33 μ. — M. F. M. **Exner** a mesuré pendant 2 mois la température de l'eau du Wolfgangsee à 8 et 12 m. de profondeur. Les deux courbes présentent une période de 24 heures et une de 8 heures très nettes, et des indices d'une période de 16 heures. L'arrivée d'un vent violent du sud-est a troublé profondément le régime des températures. La position moyenne de la couche de transition brusque paraît être à 10 m. de profondeur.

Le Directeur-Gérant : LOUIS OLIVIER.

Paris. — L. MARETHEUX, imprimeur, 1, rue Cassette.

20e ANNÉE N° 3 15 FÉVRIER 1909

Revue générale des Sciences pures et appliquées

DIRECTEUR : **LOUIS OLIVIER**, Docteur ès sciences.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. L. OLIVIER, 18, rue Chauveau-Lagarde, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et dans tous les pays étrangers, y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Distinctions scientifiques

Election à l'Académie des Sciences de Paris. — Dans sa séance du 25 janvier dernier, l'Académie des Sciences de Paris a procédé à l'élection d'un membre dans sa Section de Botanique, en remplacement de M. van Tieghem, élu Secrétaire perpétuel.

La Section avait présenté : en première ligne, M. L. Mangin ; en deuxième ligne, MM. E. Bureau, J. Costantin et P. Dangeard. Au premier tour de scrutin, M. Mangin a obtenu 32 suffrages, M. Costantin 21, M. Bureau 2 et M. Dangeard 2. En conséquence, M. Mangin a été déclaré élu.

Le nouvel académicien est l'auteur de travaux variés dans les différentes branches de la Botanique.

En Anatomie générale, il s'est surtout attaché à l'étude des membranes qui fragmentent le corps protoplasmique. Ses recherches ont ruiné l'ancienne conception de l'unité de constitution de la membrane et montré qu'il faut distinguer, dans les tissus que la lignification ou la subérisation n'a pas altérés, au moins trois groupes de substances fondamentales : la cellulose, les composés pectiques et la callose, possédant chacun un certain nombre de réactions caractéristiques. Ces réactions l'ont conduit à une méthode très sûre d'analyse des tissus, qui lui a permis d'établir la constitution de la membrane, non seulement chez les Phanérogames et certaines Cryptogames, où elle est relativement constante, mais encore chez les Champignons et les Algues du plankton, où elle se montre très variable. L'étude de l'absorption de l'eau par les tissus l'a amené à définir la nature exacte des produits connus sous le nom de mucilages et de gommes et à élucider le mécanisme des phénomènes de gélification et de liquéfaction. A tous ces travaux se rattachent, d'une part, la construction d'appareils de recherche ou de mesure, de l'autre, la découverte de nombreuses réactions colorantes nouvelles.

En Physiologie végétale, on doit à M. Mangin des recherches sur les phénomènes respiratoire et chlorophyllien et le mécanisme des échanges gazeux; préparé par ces derniers travaux, il a pu aborder un sujet encore inexploré : l'étude des conditions de la végétation dans les villes. Il a montré que, parmi les influences nombreuses qui contribuent à anémier la végétation des avenues et des boulevards, le défaut d'aération du sol est une des plus importantes.

Enfin, dans le vaste domaine de la Pathologie végétale, M. Mangin est l'auteur de nombreux travaux, tant sur les maladies parasitaires que sur les maladies d'ordre physiologique. Ses contributions sur ce sujet n'ont pas seulement enrichi la Science; elles ont, pour les agriculteurs, un intérêt pratique de premier ordre.

On voit que des titres nombreux et variés désignaient M. Mangin pour la distinction dont il vient d'être l'objet; la *Revue* est heureuse de l'enregistrer et d'adresser à son éminent collaborateur ses plus chaudes félicitations.

§ 2. — Astronomie

La forme du Soleil. — On admet généralement que le Soleil est une sphère parfaite. Or, suivant le Professeur Charles Lane Poor, cette opinion serait quelque peu erronée.

Ce savant américain conclut, en effet, de l'ensemble des observations méridiennes et des mesures héliométriques et photographiques, que la forme exacte de l'astre du jour nous est actuellement inconnue. Toutes les mesures accusent un écart de la forme sphérique ; mais, toutefois, la différence entre les divers rayons n'excède probablement pas 0″25.

Les mesures héliométriques révèlent une fluctuation du diamètre solaire, ne surpassant pas d'ailleurs 0″10, et correspondant à la période undécennale des taches.

D'autre part, les observations d'Ambronn et Schur semblent indiquer une autre période plus courte, dont la durée serait environ de vingt-huit jours.

Ces constatations, quoique fort intéressantes, ne permettent cependant pas encore de déterminer la différence qui doit exister entre le diamètre polaire et le diamètre équatorial. Il serait nécessaire qu'un grand nombre d'observations et de photographies, prises notamment à l'aide d'un héliomètre, se confirmassent mutuellement pour obtenir un résultat précis. Des recherches méthodiques sont, du reste, entreprises dans ce but. Souhaitons qu'elles aboutissent à nous révéler la véritable forme du Soleil.

§ 3. — Mécanique

Une revision des lois fondamentales de la matière et de l'énergie. — Les récentes expériences indiquant une variation de la masse de l'électron avec la vitesse ont, de concert avec les phénomènes de radio-activité, ébranlé dans beaucoup d'esprits la foi en la validité rigoureuse de certaines lois les plus générales de la Nature.

M. G. N. Lewis [1] s'est posé la tâche de démontrer la possibilité d'établir un système simple de Mécanique, concordant avec tous les faits expérimentaux connus, tout en étant basé sur la validité des trois grandes lois de conservation (de l'énergie, de la matière et de la quantité de mouvement), auxquelles l'auteur propose d'ajouter celle de la conservation de l'électricité.

L'auteur postule que l'énergie et la quantité de mouvement d'un faisceau rayonnant sont dues à une masse se déplaçant avec la vitesse de la lumière. C'est sur cette base qu'il fait voir la dépendance mutuelle qui existe entre la masse et son contenu d'énergie. Aussi faut-il remplacer l'axiome de Newton, suivant lequel la masse d'un corps serait indépendante de sa vitesse, par un axiome où cette masse augmenterait avec l'énergie cinétique.

En conservant tous les autres axiomes de la Mécanique de Newton et en admettant la validité des trois lois de conservation, l'auteur construit un nouveau système de Mécanique où la quantité de mouvement serait mv, l'énergie cinétique intermédiaire entre $1/2\,mv^2$ — à petite vitesse — et mv^2 — à la vitesse de la lumière, — tandis que la masse d'un corps, étant fonction de la vitesse, deviendrait infinie à la vitesse de la lumière. L'équation obtenue par l'auteur concorde avec les expériences faites par M. Kauffmann sur la relation entre la masse et la vitesse d'un électron; d'autre part, elle ressemble d'une façon frappante aux équations établies pour la masse électromagnétique.

L'auteur fait remarquer, en terminant, que, bien que la théorie s'accorde parfaitement avec une hypothèse modifiée de la nature corpusculaire de la lumière, elle n'implique aucunement la nécessité de cette nature spéciale. Le flux de masse partant d'un corps rayonnant peut, en effet, être soit continu, soit un système de particules discrètes. Quant à l'agent émis par les corps rayonnants, les considérations suivantes font voir qu'il ne saurait s'agir de matière dans le sens ordinaire du mot. Suivant ce que nous venons de dire, l'agent doué de masse, de quantité de mouvement et d'énergie, et qui se meut à la vitesse de la lumière dans un faisceau de lumière, n'aurait en effet, aucune énergie, quantité de mouvement ou masse s'il était au repos ou s'il se déplaçait à une vitesse inférieure, même de la fraction la plus petite, à la vitesse de la lumière.

Ces idées, on le voit, conduisent à une conception quelque peu étrange de la nature de la lumière. D'autre part, elles offrent, en théorie, une méthode permettant de distinguer entre les mouvements absolus et relatifs.

§ 4. — Art de l'Ingénieur

Le transport du pétrole. — Le transport du pétrole des puits aux raffineries et aux ports d'embarquement se fait en grande partie par des lignes de tuyaux ou *Pipe Lines*; mais on ne se fait pas, en général, une idée juste de l'importance et du bon marché de ce mode de transport; voici, à ce sujet, quelques renseignements curieux, communiqués récemment par M. G. Richard à la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale.

Aux Etats-Unis, ces Pipe Lines ont débuté en Pensylvanie, en 1865, par de petits tuyaux de 25 millimètres de diamètre et de faible longueur; mais, en 1879, le diamètre des tuyaux atteignait 130 millimètres, et l'une de ces lignes, de Hilliard's Mills à Cleveland, avait 160 kilomètres et était alimentée par quatre stations avec pompes à vapeur; actuellement, la ligne de Oklahoma à New-York, par Chicago, a 2 240 kilomètres, et l'énorme production de pétrole des Etats-Unis, qui s'élevait, en 1907, à environ 31 millions de mètres cubes, est, en très grande partie, transportée par des lignes de tuyaux.

Les réseaux les plus importants de ces lignes appartiennent, cela va de soi, à la Standard Oil C°. Ses cinq lignes de la région des Apalaches à la mer débitent, à elles seules, environ 19.000 mètres cubes par jour. Le prix du transport des Apalaches à New-York, Baltimore, Philadelphie..., par ces lignes, ne dépasse guère trois cents par baril, ce qui, avec un amortissement en quatorze ans et un intérêt de 5 °/₀ sur le prix des lignes, porte le coût total du transport à onze cents par baril, soit à environ 3 francs le mètre cube. La longueur du réseau de lignes de la Standard Oil qui dessert les puits des Apalaches, de l'Indiana, de l'Illinois, est d'environ 65.000 kilomètres, ou, à 15.000 kilomètres près, deux fois le tour de la Terre. Pour le pétrole que ne peuvent transporter ses lignes de tuyaux, la Standard Oil emploie un matériel spécial de 2.000 wagons-citernes.

Les lignes secondaires sont en tuyaux de 50 à 100 millimètres de diamètre, posés à fleur du sol ou à une faible profondeur ou même sur des chevalets. Elles débouchent soit dans des réservoirs, soit directement dans les lignes principales, souvent de 300 millimètres de diamètre, alimentées par des stations de pompes espacées de 50 à 110 kilomètres. La pose de ces tuyaux en fer ou en acier est toute une affaire de nivellement très précis et d'ajustage rigoureux; mais une ligne bien établie, et fonctionnant sous une pression ne dépassant pas soixante-dix atmosphères, peut durer vingt-cinq ans. On a avantage à augmenter le plus possible leur diamètre, parce que leur débit croît, à pression effective ou charge égale, comme la puissance 5/2 du diamètre, c'est-à-dire plus vite que proportionnellement à la section, en raison de la diminution du frottement avec le diamètre; et l'on peut réduire encore ce frottement par l'emploi de tuyaux rayés.

Ces Pipe Lines ne se rencontrent pas seulement aux Etats-Unis; on les retrouve dans toutes les grandes exploitations de pétrole, notamment dans la région de Bakou, dont l'une des lignes, qui franchit le Caucase, a une longueur de 960 kilomètres. Elles procurent, toutes les fois que le débit des puits en vaut la peine, le mode de transport le plus sûr et le plus économique du pétrole.

§ 5. — Chimie

La nouvelle Table internationale des Poids atomiques. — La Commission internationale des Poids atomiques, composée de MM. Clarke, Ostwald, Thorpe et Urbain, vient de publier son Rapport pour 1909. Depuis plusieurs années, les valeurs fondamentales des poids atomiques, desquelles on déduit toutes les autres, comme celles de l'hydrogène, de l'azote, du chlore, de l'argent, etc., ont été soumises, de la part de divers expérimentateurs, à une revision soignée, qui a conduit à des chiffres légèrement différents des nombres classiques. La Commission internationale, avant de donner son approbation aux valeurs nouvelles, a tenu, avec juste raison, à ce qu'elles fussent confirmées par un nombre suffisant d'expériences; mais aujourd'hui, devant les résultats concordants des travaux de physico-chimistes de marque, comme T.-W. Richards et ses collaborateurs en Amérique, Ph.-A. Guye et ses collaborateurs à Genève, et d'autres, elle a résolu de procéder à une refonte générale de la Table des poids atomiques.

Les valeurs fondamentales, qui ont servi de base,

[1] *Philos. Mag.*, n° 95, 1908.

ont été fixées comme suit, d'après les plus récentes déterminations :

H	= 1,008	Br	= 79,916
C	= 12,000	Ag	= 107,880
Az	= 14,007	K	= 39,095
Cl	= 35,460	S	= 32,070

Nous reproduisons ci-après la table générale revisée, donnant les poids atomiques de tous les éléments connus; on s'est arrêté à la 2e décimale, la 3e décimale offrant généralement quelque incertitude :

Ag	Argent	107,88	Mo	Molybdène	96,0
Al	Aluminium	27,1	Na	Sodium	23,00
Ar	Argon	39,9	Nb	Niobium	93,5
As	Arsenic	75,0	Nd	Néodyme	144,3
Au	Or	197,2	Ne	Néon	20
Az	Azote	14,01	Ni	Nickel	58,68
B	Bore	11,0	O	Oxygène	16,00
Ba	Baryum	137,37	Os	Osmium	190,9
Be	Béryllium	9,1	P	Phosphore	31,0
Bi	Bismuth	208,0	Pb	Plomb	207,10
Br	Brome	79,92	Pd	Palladium	106,7
C	Carbone	12,00	Pr	Praséodyme	140,6
Ca	Calcium	40,09	Pt	Platine	195,0
Cd	Cadmium	112,40	Ra	Radium	226,4
Ce	Cérium	140,25	Rb	Rubidium	85,45
Cl	Chlore	35,46	Rh	Rhodium	102,9
Co	Cobalt	58,97	Ru	Ruthénium	101,7
Cr	Chrome	52,1	S	Soufre	32,07
Cs	Cæsium	132,81	Sb	Antimoine	120,2
Cu	Cuivre	63,57	Sc	Scandium	44,1
Dy	Dysprosium	162,5	Se	Sélénium	79,2
Er	Erbium	167,4	Si	Silicium	28,3
Eu	Europium	152,0	Sm	Samarium	150,4
F	Fluor	19,0	Sr	Strontium	87,62
Ga	Gallium	69,9	Ta	Tantale	181,0
Gd	Gadolinium	157,3	Tb	Terbium	159,2
Ge	Germanium	72,5	Te	Tellure	127,5
H	Hydrogène	1,008	Th	Thorium	232,42
He	Hélium	4,0	Ti	Titane	48,1
Hg	Mercure	200,0	Tl	Thallium	204,0
I	Iode	126,92	Tu	Thulium	168,5
In	Indium	114,8	U	Uranium	238,5
Ir	Iridium	193,1	V	Vanadium	51,2
K	Potassium	39,10	W	Tungstène	184,0
Kr	Krypton	81,8	X	Xénon	128
La	Lanthane	139,0	Y	Yttrium	89,0
Li	Lithium	7,00	Yb	Ytterbium (néo-ytterbium)	172
Lu	Lutécium	174			
Mg	Magnésium	24,32	Zn	Zinc	65,37
Mn	Manganèse	54,93	Zr	Zirconium	90,6

§ 6. — Hygiène publique

Les dangers du ferrosilicium. — Un accident récent vient d'attirer l'attention sur les dangers résultant du transport d'un produit qui commence à prendre une certaine importance en métallurgie : le ferro-silicium. Le 12 décembre dernier, 5 émigrants russes quittaient Anvers pour Grimsby par le navire *Ashton*; le soir du même jour, on remarqua qu'ils étaient souffrants, ce qu'on attribua naturellement au mal de mer. Le lendemain matin, 4 étaient morts et le dernier était à l'agonie.

Ces émigrants étaient logés dans l'entrepont, directement au-dessus de la soute d'avant, qui contenait, entre autres choses, 9 tonnes de ferro-silicium en barils. L'enquête faite par les autorités anglaises à l'arrivée conduisit à reconnaître que la mort de ces cinq personnes était due à un empoisonnement par des gaz toxiques dégagés de cet alliage. Le ferro-silicium contient, en effet, du fer, du silicium, du carbone, du phosphore et de l'arsenic; il dégage, même à l'état sec, cinq gaz : AsH^3, PH^3, C^2H^2, SiH^4 et H, dont les quatre premiers sont des poisons violents. A l'humidité, la quantité de gaz dégagés peut s'élever jusqu'au triple.

Ce n'est d'ailleurs pas la première fois qu'un accident de cette nature se produit. L'année dernière, 4 passagers du navire suédois *Olaf Wijk* décédèrent dans des conditions analogues, et un Rapport du Professeur Cronquist, de Stockholm, attribua également la mort aux gaz dégagés par le ferro-silicium. A la suite de ce Rapport, le Gouvernement suédois a édicté des mesures sévères concernant le transport du ferro-silicium : sur les navires à passagers, il doit être arrimé sur le pont en plein air et loin des cabines; en chemin de fer, il doit voyager sur des trucks ouverts et sous des bâches imperméables.

Le transport en barils étanches doit être évité, car, dans ce cas, il peut se produire des explosions très violentes, dont la cause n'est pas complètement élucidée [1].

§ 7. — Enseignement

École coloniale d'Agriculture de Tunis. — La *Revue* est heureuse d'apprendre la nomination de M. Chervin, Chef de Bureau à la Direction de l'Agriculture de la Régence, comme Directeur de l'Ecole coloniale d'Agriculture de Tunis. La compétence de M. Chervin, qu'elle a pu apprécier à diverses reprises, est un sûr garant que la Direction de cette Ecole est mise en bonnes mains.

Fondée en vue de donner à ses élèves les connaissances théoriques et pratiques nécessaires pour l'exploitation raisonnée du sol en Tunisie et en Algérie, ainsi que dans nos possessions éloignées, l'Ecole de Tunis, qui peut être rangée parmi les Ecoles supérieures d'Agriculture, est une des plus heureuses créations de la Métropole. La mise en valeur de nos colonies ne pourrait que gagner à ce qu'elle fût mieux connue et à ce qu'un certain nombre de jeunes Français, doués d'initiative, en prissent le chemin.

§ 8. — Congrès

Le 80e Congrès des Naturalistes et Médecins allemands. — Les naturalistes et médecins allemands ont tenu leur 80e Congrès annuel à Cologne du 20 au 26 septembre dernier. Un grand nombre de communications, se rapportant surtout aux Sciences physiques, y ont été présentées. Nous donnons ci-après l'analyse de quelques-uns des plus importants de ces travaux.

M. *H. Strache* a présenté une *interprétation, fondée sur la théorie des électrons, du système périodique des éléments.* L'auteur adopte la façon de penser de certains savants au sujet de l'identité des électrons avec les particules ultimes de l'éther universel; il généralise cette hypothèse en considérant les particules ultimes des atomes, les *corpuscules*, comme étant, à leur tour, identiques aux particules de l'éther ainsi qu'aux électrons. La force attractive exercée entre les corpuscules, à grande distance, la *gravitation*, se transformerait en une force répulsive pour les distances très faibles qui séparent les atomes et les molécules. L'auteur admet, pour des distances décroissantes, des alternances successives d'attractions et de répulsions de plus en plus intenses, et c'est sur la base de cette hypothèse qu'il explique la presque totalité des phénomènes naturels. Or, entre les distances d'attraction et de répulsion, il y a évidemment des positions d'équilibre, vers lesquelles les corpuscules tendent à retourner. L'éther universel serait constitué par un système de corpuscules occupant des positions d'équilibre à distance relativement considérable; les atomes de nos substances matérielles se composeraient, d'autre part, d'un amas de corpuscules accumulés dans des positions d'équilibre plus rapprochées. Ces atomes doivent, par conséquent, pouvoir se déplacer à travers les particules relativement peu distantes comme à travers les mailles d'un tamis, et l'éther peut pénétrer toutes les substances. Les tensions prenant naissance au sein de cet éther comme dans une masse de caoutchouc peuvent être de deux espèces, suivant qu'il s'agit d'une force attractive ou répulsive centrale rapprochant ou écartant les particules de l'éther (ce qui correspond au cas d'une charge négative ou positive engendrée par un champ élec-

[1] *Engineering*, numéro du 25 décembre 1908, p. 851.

rique), ou d'un déplacement des particules parallèlement à la surface d'un corps, par exemple, d'un fil métallique (ce qui donnerait un champ magnétique). Le courant électrique consisterait en un déplacement de particules de l'éther (électrons) à travers la substance du conducteur du pôle négatif au positif. C'est sur cette base qu'on explique tous les phénomènes magnétiques et électriques. D'autre part, les atomes matériels des corps exercent naturellement à leur tour, sur l'éther environnant, une force attirante ou repoussante suivant les distances qui séparent les corpuscules de leur surface des corpuscules de l'éther les plus proches. Si un petit atôme attire les particules d'éther environnantes, un atome plus grand exercera déjà un effet répulsif, et un atome plus grand encore un effet de nouveau attractif, etc. Or, comme l'effet exercé sur les particules de l'éther équivaut à une charge électrique, on comprend que, pour des poids atomiques croissants (et des dimensions atomiques de plus en plus grandes), les éléments présentent des caractères alternativement électro-positifs et négatifs. Un atome électro-positif peut être déchargé par l'addition d'une ou plusieurs particules d'éther (électrons), de même qu'un atome électro-négatif est privé de son effet sur l'éther, en lui retirant une ou plusieurs particules pareilles. Or, suivant le nombre de particules d'éther nécessaires pour la saturation, on appellera les éléments monovalents, bivalents, trivalents, etc. Après la combinaison (due à l'attraction mutuelle d'atomes à charge opposée) d'un atome positif bivalent et d'un atome négatif monovalent, il manquera une particule d'éther et, pour saturer les valences (comme on dit en Chimie), il faudra l'addition d'un atome négatif ultérieur. La plupart des autres propriétés des éléments, dépendant de l'influence mutuelle entre leurs atomes et l'éther, doivent à leur tour changer périodiquement avec le poids atomique : c'est justement ce qu'exprime le système périodique des éléments, dont l'auteur donne un tableau graphique montrant toutes ces relations et suivant lequel il prédit l'existence de quatre éléments nouveaux de poids atomiques égaux à 99, 179, 223, 235. Comme les particules de l'éther (électrons) interposées entre les atomes des métaux (c'est-à-dire des substances électro-positives) ne sauraient occuper des positions d'équilibre stables, elles doivent, comme les molécules d'un liquide, être librement mobiles entre elles. C'est ce qui explique la conductivité électrique et l'opacité des métaux. La production des ondes hertziennes s'explique par les vibrations imprimées aux particules d'éther entraînées le long d'un fil, en directions alternantes, sous l'action d'un courant alternatif. Les mêmes hypothèses expliquent la rotation du plan de polarisation produite par le champ magnétique, les cristaux ou les molécules asymétriques, ainsi que le fait que les réactions chimiques sont liées à des températures données, et bien d'autres caractères de ces réactions. Les variations des états physiques, l'ensemble des phénomènes électriques et magnétiques et jusqu'à la radioactivité s'expliquent parfaitement sur cette base commune.

M. *A. L. Bernouilli* a adressé une Note sur *la désagrégation atomique et les spectres de série*. En partant d'un énoncé spécialisé de l'hypothèse de dissociation formulée par Lockyer, les poids atomiques étant considérés comme moyennes cinétiques, l'auteur a obtenu, pour ces poids, une formule qui reproduit avec une précision remarquable, à l'aide d'une seule constante universelle et de deux paramètres à nombres entiers, tous les poids atomiques jusqu'ici connus. L'accord entre les valeurs expérimentales et théoriques devient de plus en plus frappant à mesure que se perfectionnent les méthodes d'expérimentation. L'auteur considère tout élément chimique, à l'état gazeux ou en solution fortement dissociée, comme une condition, déterminée exclusivement par la pression et la température, *d'un même élément fondamental*, l'hydrogène, par exemple. De la théorie de la dissociation graduelle des vapeurs, on tire la conclusion que chaque genre de molécule polymère, virtuel, devient instable au delà d'une limite supérieure des pressions et des températures. C'est ainsi que le premier élément se composerait d'atomes M non polymérisés de la substance fondamentale; le second élément, d'un mélange, à l'état d'équilibre, des genres M^1 et M^2; un troisième élément, des genres M^1, M^2, M^3, etc. En supposant que le rayonnement thermique de ces mélanges gazeux obéit à la loi des rayonnements de Rayleigh, on déduit du second théorème fondamental ce résultat qu'un certain nombre de coefficients de distribution constants sont identiques entre eux. Or, à l'aide de ces mêmes hypothèses, l'auteur réussit à établir une théorie cinétique des spectres de série, théorie qui, non seulement est aussi utile que les autres, mais qui embrasse le problème du déplacement des pressions des lignes de série et celui des spectres de bandes.

M. *J. Classen* a déterminé de nouveau, *pour les rayons cathodiques, le rapport* ε/μ, sur la base de la déviation magnétique de ces rayons et de la chute de potentiel communiquant aux électrons la vitesse dont ils sont doués. Deux bobines d'un rayon moyen de 28 centimètres et de 900 spires (en 30 couches), disposées à la distance mutuelle de leurs rayons, engendraient un champ magnétique bien défini et aussi homogène que possible. Les rayons cathodiques étaient produits au sein de la portion homogène de ce champ. La valeur trouvée par les auteurs, à savoir $\varepsilon/\mu = 1,7728$, concorde, avec une approximation très étroite, avec la valeur autrefois déterminée.

M. *W. Wien* a présenté la suite de ses recherches sur les *rayons positifs*. Ses expériences antérieures ont démontré que les rayons positifs, dans les décharges gazeuses, à savoir les rayons dits rayons-canaux, se trouvent à un état d'équilibre tel que les atomes en mouvement gardent leur charge pendant une période plus ou moins prolongée. Troublé par des effets extérieurs, cet état d'équilibre semble se rétablir spontanément. En recherchant si les résultats restent les mêmes quand les rayons-canaux sont introduits dans un vide extrême, réalisable avec les ressources actuelles de la science, l'auteur trouve que l'état d'équilibre, troublé par l'aimant, ne se rétablit qu'après un parcours assez long (d'autant plus long que la tension est plus considérable), pour lequel l'intensité lumineuse émise par les rayons-canaux correspond de nouveau à la quantité d'électricité transportée. Les particules peu susceptibles de subir l'influence magnétique sont les supports essentiels de l'émission lumineuse.

M. *W. Voigt* a observé un *effet exercé par les corps naturellement actifs sur la lumière qu'ils réfléchissent*; il s'agit d'un cas spécial des phénomènes démontrant l'influence de la polarisation rotatoire magnétique sur la lumière réfléchie par les corps actifs. Un miroir de métal ferro-magnétique, fixé entre les pôles d'un aimant, réfléchit la lumière dans un plan parallèle au flux de force. Lorsque la lumière incidente est polarisée parallèlement ou normalement au plan d'incidence et que l'analyseur, avant l'excitation de l'aimant, est ajusté pour l'obscurité, l'éclairement qui se produit pendant l'excitation démontre la présence, dans la lumière réfléchie, d'une composante normale à la vibration incidente, désignée sous le nom de « composante de Kerr » et dont l'intensité, même dans les conditions les plus favorables, est extrêmement faible. Or, il fallait s'attendre à ce que la lumière réfléchie sur les corps naturellement actifs présentât également un phénomène de Kerr, dont la démonstration, jusqu'ici impossible, fournirait une vérification ultérieure de la théorie des corps naturellement actifs. L'auteur a, en effet, réussi à retrouver les effets demandés par la théorie, dans le cas du chlorate de sodium et dans celui du quartz au sein du bromure d'éthylène.

M. *E. Meyer* a étudié les *phénomènes de luminescence présentés par le spath fluor bleu*. Il fait voir que certaines variétés bleues de ce minéral, douées d'une

forte thermo-luminescence après avoir été exposées à la lumière, émettent pendant l'évanouissement lent de la thermo-luminescence, à la température ordinaire, un rayonnement essentiellement ultra-violet. Ce rayonnement, qui ne s'évanouit que lentement, se constate même après une obscurité de cent cinquante jours. Cette propriété est détruite en chauffant les échantillons à 230-260°, pour la lumière du jour ou de l'arc voltaïque; mais celle des étincelles, — ainsi que le rayonnement de la lampe à mercure à tube de quartz, — la reproduit toujours. Faute d'une théorie satisfaisante de la phosphorescence, le mécanisme de ce phénomène ne saurait encore être élucidé.

M. *M. Cantor* a rendu compte d'un *nouvel effet du courant électrique*. En admettant que le flux électrique, même au sein des conducteurs métalliques, s'accompagne du déplacement de particules inertes, il faut s'attendre à constater la présence de ces particules aux endroits où les lignes du courant subissent un brusque changement de direction. L'auteur se sert, à cet effet, d'une plaque de verre à bord aussi aigu que possible, qu'il recouvre d'une pellicule métallique extrêmement mince. Cet enduit est traversé par un courant électrique, de façon que les lignes de courant subissent un infléchissement sur le bord vif. Parallèlement à ce dernier et à 2-3 millimètres de distance, M. Cantor dispose un fil isolé communiquant avec un voltmètre de Braun chargé à quelques centaines de volts. Cet instrument est fortement déchargé en fermant le courant à travers la plaque, plus rapidement dans le cas de l'électricité positive que dans celui de la négative. Une plaque photographique, exposée pendant trente minutes à 2 millimètres de distance du bord actif traversé par le courant, a donné, après développement, un négatif bien net, présentant l'image marquée du bord actif. Ces phénomènes se passent comme si les particules chargées quittaient le bord aigu dans une direction donnée, indépendamment des centres d'émission accidentels qui peuvent y exister.

M. *W. Krebs* a décrit la construction d'un instrument simple et bon marché, imaginé par M. Bruns, à Elberfeld, et perfectionné par l'auteur. Cet instrument, destiné à se substituer au baromètre, plus dispendieux, se compose d'une pipette en verre remplie partiellement d'eau, scellée en haut et fermée en bas, d'une façon aussi étanche que possible au gaz, par une calotte cylindrique allongée en caoutchouc. Le fonctionnement de ce petit appareil est basé sur la loi de Mariotte. Les températures à l'ombre ne présentent pas, en général, dans les salles closes, de différences assez grandes pour faire varier d'une façon appréciable la dilatation de la bulle d'air renfermée, laquelle, durant des observations de cinq mois, s'est trouvée rendre avec une précision remarquable les variations de la pression atmosphérique. M. Krebs indique aussi une modification de son thermomètre double servant aux mesures de vaporisation.

M. *G. Meyer* a fait la démonstration d'une *nouvelle pompe pneumatique*, à aspiration et à compression, construite par M. Gaede. Cette pompe, d'un encombrement très réduit, se prête d'une façon excellente à la production d'un vide préliminaire pour toutes les expériences de cours et de laboratoire. Un cylindre massif, monté excentriquement, tourne à l'intérieur d'une enceinte cylindrique. Ce cylindre comporte deux distributeurs disposés radialement et qui, écartés l'un de l'autre par la force d'un ressort, s'appliquent contre la paroi du récipient, fermant d'une façon étanche l'enceinte cylindrique et divisant en deux compartiments l'espace vide en forme de croissant. Pendant la rotation du cylindre, ces distributeurs chasseront alternativement tout l'air contenu dans l'enceinte vers une soupape, s'ouvrant même sous un faible excédent de pression, tout en produisant derrière eux un vide d'air privant le récipient de l'air qu'il contient. On peut combiner cette pompe centrifuge avec la pompe à mercure rotatoire construite par le même physicien.

M. *R.-J. Meyer* a adressé un travail relatif au *scandium*. On sait que cet élément a été découvert, en 1879, dans des minéraux renfermant des métaux du groupe des terres rares, où il ne se trouve qu'en quantités minimes, isolées par un procédé extrêmement long et laborieux. Comme les recherches spectroscopiques des astro-physiciens ont fait voir l'existence universelle de cet élément, non pas seulement dans le Soleil, mais dans la plupart des autres astres, il fallait, en raison de nos conceptions cosmogéniques unitaires, nous attendre à constater une présence plus générale de cet élément sur la Terre. Les études spectroscopiques faites par M. G. Eberhardt sur un grand nombre de minéraux prouvent, en effet, que le scandium, en quantités peu considérables, est extrêmement répandu sur la Terre, et le même fait vient d'être confirmé par des méthodes chimiques très simples imaginées par l'auteur pour séparer le scandium à l'état chimiquement pur de la multitude de corps étrangers auxquels il se trouve associé dans la tungsténite. Comme cette dernière est désormais entrée dans la pratique technique générale, les matières premières fournissant le scandium sont facilement accessibles, et rien ne s'opposera à sa préparation sur une vaste échelle. Voilà donc un élément, naguère considéré comme l'un des plus rares, devenu d'un seul coup un corps facilement accessible, et dont l'étude chimique ne manquera pas de fournir des faits intéressants.

M. *Wright* a rendu compte de *ses recherches au sujet de la vaccino-thérapie et des index dits opsoniques*. On sait que Metchnikoff a montré que les corpuscules blancs possèdent la faculté d'absorber et d'assimiler les agents d'infection pénétrant dans l'organisme; les leucocytes exerçant cette activité sont appelés *phagocytes*, terme indiqué par le même savant. Or, les recherches faites sur la phagocytose ont convaincu l'auteur que les leucocytes ne possèdent pas d'eux-mêmes cette faculté si précieuse, qu'ils n'acquièrent que grâce à la présence de certaines substances spécifiques dites *opsonines*. En observant, sous le microscope, des leucocytes mis en présence de bactéries, on constate l'absorption de ces dernières et l'on reconnaît, par les quantités absorbées, à quel degré les leucocytes de l'individu sont doués du pouvoir de phagocytose. Plus ce degré, exprimé par l'*index opsonique*, est élevé, plus le pronostic est favorable. En s'inspirant des méthodes introduites dans la science par la tuberculine de Koch, l'auteur a préparé, avec les microbes de nombreuses maladies infectieuses, des *vaccins*, qu'il utilise pour traiter la maladie visée.

M. *W. Einthoven*, professeur à l'Université de Leyde, a fait une conférence *sur l'électro-cardiogramme*. Les recherches de l'auteur ont fait voir l'existence d'un courant électrique, produit par chaque contraction du cœur, courant qui se communique à toutes les parties de l'organisme. Un instrument de mesure approprié, relié par exemple aux mains ou aux pieds, accuse une déviation à chaque palpitation du cœur. En enregistrant ces déviations, l'on obtient une courbe dite *électro-cardiogramme*, qui, par ses caractéristiques, représente l'état du cœur de l'individu. Cette courbe rendra des services, par exemple pour observer, pendant la narcose du malade, le fonctionnement de son cœur. D'autre part, les modifications spéciales du cardiogramme, dues à certaines conditions pathologiques, font voir, dans bien des cas, la nature et l'état d'avancement d'une maladie du cœur. Comme le laboratoire physiologique de Leyde communique, par des conducteurs électriques, avec l'hôpital de l'Université, distant de 1 km. 5, les malades peuvent être examinés au laboratoire sans qu'on leur fasse subir un déplacement souvent dangereux. Tandis que l'analyse des cardiogrammes mécaniques se heurte à des difficultés souvent insurmontables, l'enregistrement et l'interprétation des électro-cardiogrammes se font rapidement et facilement, sans exiger d'habilité spéciale.

Alf. Gradenwitz.

L'INSTINCT DE DÉGUISEMENT ET LE CHOIX DES COULEURS CHEZ LES CRUSTACÉS

Dans ce qui suit, je vais donner un exposé bref, mais suffisamment explicite, des résultats de mes recherches, poursuivies depuis 1903 et qui représentent déjà toute une série de publications successives[1]. Cette série, commencée par un petit article que j'ai publié en polonais, au mois de mars 1905, dans une revue hebdomadaire scientifique de Varsovie (*Przyroda* = la Nature), est d'ailleurs loin d'être achevée.

I. — Les animaux qui se déguisent.

Quoique je n'aie pas eu de précurseurs dans cette étude, néanmoins l'étrange phénomène du déguisement est connu depuis longtemps. Non qu'il s'agisse ici d'animaux récemment découverts ou peu connus. Bien au contraire, quantité de gens, y compris les baigneurs des plages bretonnes, connaissent les êtres dont j'ai à parler : on les désigne vulgairement sous le nom d'Araignées de mer.

Et, en effet, ces Crustacés qui se déguisent, bien qu'ils appartiennent exclusivement au groupe assez restreint des *Brachyures Oxyrhynques*, sont des plus communs, non seulement sur toutes les côtes européennes (de la Méditerranée, de la Manche, de l'Atlantique jusqu'au Spitzberg et au Grœnland), mais aussi sur les côtes de l'Extrême-Orient et de l'Asie Méridionale (Japon, Célèbes, Java, Bengale, Indes, etc.), dans le Pacifique, sur les côtes de Tasmanie, d'Australie et de Nouvelle-Zélande, de l'Amérique du Sud (Pérou, Chili, Cuba, Brésil, etc.).

Il en existe plus de 70 espèces, appartenant à 38 genres et à 4 familles[1].

Ces Crustacés, dont l'instinct étrange m'a vivement frappé pendant les dragages, fort intéressants, que nous avons pratiqués pendant le mois d'août 1903 à bord du *Roland*, du Laboratoire Arago, autour des Iles Baléares, constituent un groupe bien distinct, grâce à leurs adaptations morphologiques toutes particulières, qu'on ne rencontre pas en dehors de ce groupe et dont un savant suédois, Carl Aurivillius, a fait l'étude très soignée[2]. C'est à

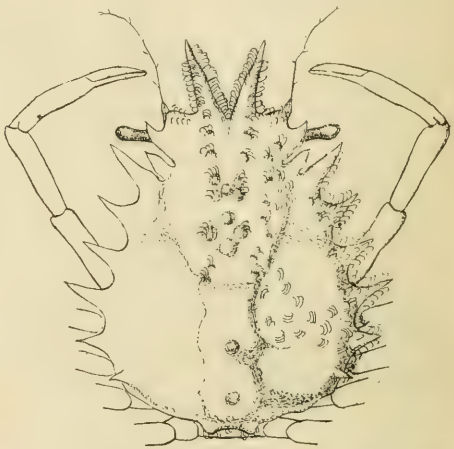


Fig. 1. — *Disposition des crochets dorsaux chez le Maja verrucosa M. Edw.* (Le côté droit est seul complètement dessiné.)

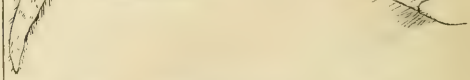


Fig. 2. — *Deuxième pied gauche, côté externe.* (*Hyas araneus* L.)

[1] R. Minkiewicz : 1) Krab-ogrodnik. Rev. polonaise *Przyroda*, vol. II, n° 10, Varsovie (mars 1905).

2) Sur le chromotropisme et son inversion artificielle. *Comptes Rendus Ac. Sc. Paris*, t. CXLIII, n° 21 (nov. 1906).

3) Le rôle des phénomènes chromotropiques dans l'étude des problèmes biologiques et psychophysiologiques. *C. R.*, t. CXLIII, n° 23 (déc. 1906).

4) Chromotropism and phototropism (Traduction de deux notes précédentes). *Journ. of Neurology and Comparative Psychology*, vol. XVII, n° 1 (1907).

5) Analyse expérimentale de l'instinct de déguisement chez les Brachyures oxyrhynques. *Arch. de Zool. expérim. et génér.*, 1907, (4), vol. VII, n° 2.

6) Próba analizy instynktu metoda objektywna : porównawczai dóswiadczalna. *Revue polonaise de Philosophie*, vol. X, fasc. 3-4, et vol. XI, fasc. 1-2. Varsovie (1907-1908).

7) L'étendue des changements possibles de couleur de l'*Hippolyte varians* Leach. *C. R.*, t. CXLVII, n° 20 (nov. 1908).

8) Etude expérimentale du synchromatisme variable de l'*Hippolyte varians* Leach. *Bullet. internat. de l'Académie Polonaise de Cracovie* (nov. 1908).

9) Sur le chlorotropisme normal des Pagures. *C. R.*, t. CXLVII (nov. 1908).

10) L'apparition rythmique et les stades de passage de l'inversion expérimentale du chlorotropisme des Pagures. *C. R.*, t. CXLVII (déc. 1908).

[1] La liste de C. Aurivillius ne donne que soixante-six espèces, mais elle est loin d'être complète, ne contenant pas, par exemple, une forme aussi commune que le *Maja squinado* Latreille.

[2] C. Aurivillius : Die Maskirung der Oxyrhynchen Deka-

cette étude que nous empruntons les quelques dessins que nous reproduisons ici (fig. 1-7).

Fig. 3. *Groupe des crochets sur un tubercule dorsal* (*H. araneus* L.).

De tout ce groupe, je connais personnellement *in vivo* quatorze espèces, des genres *Stenorynchus*, *Inachus*, *Acanthonyx*, *Maja*, *Pisa* et *Lambrus*.

Mais, bien que j'aie fait des observations sur différentes espèces, je ne parlerai dans cette étude que de deux espèces du genre *Maja* Lam. (*M. verrucosa* M. Edw. et *M. squinado* Latr.), espèces très voisines, d'ailleurs, et dont l'instinct est absolument identique.

II. — Le déguisement des Crabes.

Le procédé de déguisement a été très exactement

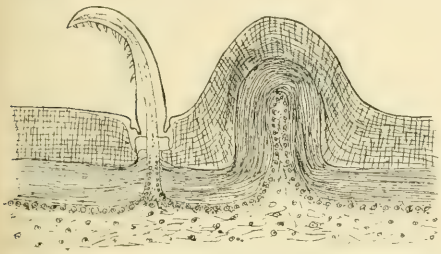


Fig. 4. — *Coupe verticale, portée sur un crochet dorsal, avec les parties voisines de la carapace.* Couches de chitine, épithélium chitinogène et tissu conjonctif. (*Hyas coarctatus* Leach.)

décrit par Carl Aurivillius chez le *Hyas araneus* L., de la famille des *Majidae*.

Fig. 5. — *Pince gauche, recourbée sur le dos de l'animal et grattant les crochets de l'extrême groupe de la ligne supérieure gauche.* (*Hyas araneus* L.)

Il est presque identique à celui des *Maja*, que je vais décrire ci-après :

Ayant trouvé une algue (n'importe laquelle : rouge, brune ou verte ; cela dépend seulement de l'entourage), le crabe l'attrape avec ses pinces grêles et allongées, la met d'abord dans sa « bouche » et, en la tenant par un bout avec ses maxillipèdes, se met à la déchirer en morceaux avec les deux pinces, l'une l'attirant vers sa carapace, l'autre la repoussant.

Un morceau, dont la taille et la forme peuvent varier infiniment, étant une fois découpé, le crabe le pousse avec une de ses pinces entre les maxillipèdes et le fait tourner plusieurs fois en procédant

Fig. 6. — *Pince droite, courbée sous la face ventrale de l'animal vers les crochets branchiaux du côté gauche.* (H. *araneus* L.)

comme s'il s'agissait d'une proie, d'une moule ou d'un morceau de poisson par exemple.

Après l'avoir froissé, il le prend de nouveau avec une de ses pinces (la gauche ou la droite, indifféremment), puis étend la pince en avant, autant que possible, et, ayant fait un mouvement de rotation, il recourbe la pince sur son dos[1] et se met alors à accrocher l'algue sur un groupe des crochets dorsaux, rostraux, branchiaux, etc., en donnant à la pince de petits mouvements de va-et-vient, jusqu'à ce que l'algue se soit accrochée. Ou bien il l'ac-

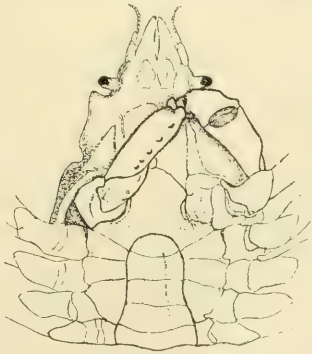


Fig. 7. — *Même mouvement vu du côté ventral.* (*H. coarctatus* Leach.)

croche sur la surface externe des pattes ambulatoires, également munies de crochets, en approchant la patte et en la pliant sous la face ventrale de la carapace.

J'ai plus d'une fois montré le procédé ci-dessus à

poden durch besondere Anpassungen ihres Körperbaues vermittelt. Eine biologisch morphologische studie. *Svenska Vet. Akad. Handl.*, t. XXIII. Stockholm (1889).

[1] Ce mouvement n'existe que chez les crabes en question.

mes camarades de travail, aux laboratoires de Villefranche-sur-mer et de Roscoff.

Les procédés sont identiques si l'on fournit aux crabes, à la place des Algues, des Éponges, des Hydraires ou des Ascidies composées. S'ils ne trouvent pas de matériaux vivants, ils se contentent de débris, de morceaux de carapace de Crustacés morts, de coquilles, de tout ce qu'ils trouvent enfin : du papier, des chiffons, des fils, etc...

Les espèces que nous avons draguées à bord du *Roland* provenant de fonds et de profondeurs différents, leur déguisement était également variable, surtout au point de vue de la couleur ; et c'est justement ce fait qui m'a suggéré l'idée d'entreprendre des recherches sur la question du rapport entre la couleur du costume et celle du milieu ambiant.

Quant au matériel convenable pour ces expériences, je l'ai trouvé indiqué dans ce passage d'une conférence de M. Hermann Fol [1] :

« J'ai essayé une fois de lui (*Maja*) enlever toutes les herbes qu'il aurait pu prendre pour boutures, et de lui donner à la place des bouts de paille et de *papier blanc*. Il se colla consciencieusement sur le dos ces objets, qui ne pouvaient que le rendre encore plus visible que s'il n'avait rien mis ».

Je me suis donc décidé à employer du papier de couleur ; c'est le papier fin, dit *papier de soie*, qui a servi à mes expériences.

Les crabes se comportent vis-à-vis de ce matériel absolument comme s'il s'agissait d'une ulve (*Ulva lactura* L.).

III. — Expériences faites dans un milieu de couleur variable.

§ 1. — Le costume suivant le milieu.

Le meilleur dispositif pour les expériences — — j'en ai fait des centaines — est le suivant :

Dans un aquarium tout en verre, on couvre le fond et les parois (jusqu'à une certaine hauteur) avec du papier de couleur, collé sur du carton, afin qu'il ne laisse pas passer trop de lumière, les crabes ayant un phototropisme négatif fort marqué ; ils sont *photophobes*, en langage psychologique de Vitus Graber et d'autres, c'est-à-dire qu'ils fuient la lumière directe ainsi que les écrans et les endroits éclairés. On met ensuite dans l'aquarium quelques crabes, nettoyés à fond, 2-3, pas plus, et quelques morceaux de papier de soie de deux sortes, les uns présentant la couleur du milieu, les autres de n'importe quelle autre couleur. La forme, la taille des morceaux de papier, leur quantité doivent être absolument identiques pour les deux couleurs, afin que toutes les conditions soient exactement les mêmes et qu'aucun facteur secondaire ne puisse influencer le résultat.

Pour la même raison, les morceaux ne doivent être ni trop grands, ni trop nombreux, pour ne pas masquer complètement le fond de l'aquarium.

Cette installation terminée, on laisse les crabes dans une tranquillité complète — condition indispensable !

Au bout de quelque temps, temps fort variable d'ailleurs, parfois au bout d'un quart d'heure, on trouvera les crabes couverts de petits bouts de papier ; si tout a été normal, l'état physiologique des crabes, la température de l'eau, ils n'auront choisi que les morceaux présentant la même couleur que le milieu. Si le milieu était blanc, ils seront couverts de blanc seul ; ils ne prendront ni du vert, ni du jaune, ni du noir ; si le milieu était vert, ils n'auront revêtu que du vert.

Pour le contrôle, on met des crabes dans deux aquariums diversement colorés, l'un à côté de l'autre, ou bien on change la couleur de l'aquarium, en laissant les mêmes crabes, et l'on y plonge les mêmes papiers. Les résultats sont alors vraiment frappants, la couleur du costume correspondant toujours précisément à celle du milieu. Voilà l'instinct parfait dans toute sa téléologie ravissante !

Voilà des Arthropodes qui *distinguent* les couleurs et, ce qui est plus important encore, c'est qu'ils *distinguent* ainsi toutes les couleurs [1].

Personne ne saurait le contester depuis que j'en ai établi la *preuve objective*, fournie par le costume, ce *corpus delicti*, qu'on trouve chaque fois sur leur dos.

Ainsi, les discussions fort longues sur le *choix* des couleurs chez les Arthropodes pourront prendre fin. Je suis sûr qu'on pourrait établir des preuves analogues chez d'autres animaux. J'en peux déjà indiquer deux : le logis mobile des Pagures et le fardeau des Dromies.

Mes expériences sur ces animaux étant à peine commencées, je ne peux, pour le moment, que constater la possibilité de résoudre la question, les Pagures vivant très bien dans les tubes en verre coloré et les Dromies prenant volontiers sur leurs dos des morceaux d'étoffes colorées.

On pourra peut-être augmenter le nombre de ces exemples. La question est digne d'occuper quelques biologistes.

En revenant à nos *Maja*, il est à remarquer que

[1] H. Fol : L'instinct et l'intelligence. *Rev. Scient.*, 3e série, n° 7 (1886).

[1] Il m'a été impossible d'établir d'une manière précise s'ils distinguent le jaune du vert, malgré des expériences très souvent répétées. Mais ce n'est point le cas des Pagures, des Lineus et d'autres animaux, qui les distinguent le plus nettement, mieux que nous autres.

le processus n'est pas si simple qu'on aurait pu le croire de prime abord. Les résultats positifs ne sont point faciles à obtenir. Mais ce que j'ose affirmer après tout ce que j'ai vu au cours de deux ans de recherches, c'est que, si les résultats sont négatifs ou indécis, c'est qu'ils sont troublés par des causes secondaires, qu'il faudrait trouver et éliminer, si c'est possible.

Toutefois, il y a un inconvénient dans le matériel employé, certains papiers, comme le rouge et le bleu, se décolorant vite et presque complètement dans l'eau de mer. Dans ces cas, j'avais employé avec succès du papier grossier, que je mettais dans l'eau quelques jours à l'avance pour le rendre mou et le faire plonger.

§ 2. — L'habitat selon le costume.

On met les crabes dans les aquariums préparatoires, chacun d'une couleur différente et ne contenant que du matériel de déguisement de la même couleur. On divise un autre aquarium en deux moitiés diversement colorées et l'on y transporte les crabes, une fois revêtus dans les aquariums préparatoires.

On voit alors les crabes se diriger constamment vers la moitié de l'aquarium dont la couleur correspond à celle du papier de leur revêtement, et y rester pendant longtemps. Ainsi, par exemple, dans l'aquarium rouge-vert, les crabes rouges se dirigent vers le milieu rouge, les crabes verts vers le milieu vert.

L'expérience la plus frappante a été celle que j'ai faite dans un aquarium divisé en trois parties égales, dont la médiane était colorée en blanc, les deux autres en noir. Les crabes blancs gagnèrent la partie médiane (blanche) et restèrent là pendant toute la durée de l'expérience (quelques heures). L'expérience de contrôle dans l'aquarium *blanc-noir-blanc* me donna le même résultat pour les crabes noirs.

Ces derniers résultats sont d'autant plus frappants que les crabes, comme on le sait très bien, restent normalement dans les coins, ayant, comme on le dit de nos jours, un *thigmotropisme* (Jennings = *stéréotropisme* de Loeb), c'est-à-dire prenant au contact des corps solides une position déterminée (+).

Les expériences que je viens de décrire dans le paragraphe 2 sont peut-être plus difficiles à exécuter que celles du paragraphe précédent; c'est parce que les crabes, transportés d'un aquarium dans l'autre, sont ordinairement fort excités et, par conséquent, dans un état physiologique anormal, ce dont il faut bien tenir compte, si l'on n'a pas des résultats nets.

Quel *instinct* merveilleux, n'est-ce pas, de *mimétisme actif variable*, si nous voulions employer les expressions darwinistes en usage, quoique, à mon avis, trop anthropomorphistes! Ou bien, si nous allons un peu plus loin dans la voie psychologique et finaliste, ce serait plutôt le *choix* consciencieux, peut-être même réfléchi, exécuté avec *préméditation*, etc. Quant à moi, je préfère l'expression nouvelle de *synchromatisme instinctif*, ne contenant rien que la constatation des faits, sans aucune explication ni mécaniste, ni sélectionniste, ni psychologique. Je préfère cette définition, parce que toute la finalité frappante de l'instinct en question n'est qu'apparente, comme nous allons le voir tout de suite.

§ 3. — Les faits distéléologiques.

Il existe assez de ces faits, et ce ne seront point de ces résultats négatifs ou peu nets, dont j'ai fait mention plus haut. Non; ils sont des plus nets et absolument positifs. Je n'en choisirai que trois.

Le premier, celui que nous avions déjà cité d'après les observations de H. Fol, est que les crabes se mettent « sur le dos des objets qui ne peuvent que les rendre encore plus visibles que s'ils n'avaient rien mis ».

Deuxième fait : Malgré l'observation de H. Fol que, « lorsque la toison végétale a grandi au point de devenir encombrante, il l'arrache brin par brin avec une de ses paires de pattes (toujours avec ses pinces! R. M.), *se nettoie bien à fond et puis se met à se coller sur la carapace...* », malgré cela — dis-je — les crabes, revêtus d'une couleur, ayant été transportés dans un aquarium d'une autre couleur, la plus discordante même, n'ôtent jamais, d'après ce que j'ai pu observer, leur costume ancien. Ils accrochent les papiers nouveaux à côté des anciens, en quantité d'autant moindre que ceux-ci étaient plus nombreux.

Troisième fait, le plus important : Dans l'aquarium noir, les crabes ne prennent jamais du papier noir (correspondant), s'ils trouvent n'importe quelle autre couleur. Ils se déguisent ainsi en vert, rouge, blanc, en faisant une tache sur le fond noir de l'aquarium au lieu de se dissimuler.

Eh bien! comment peut-on se rendre compte de ces étranges *erreurs* d'un instinct si parfait de prétendu mimétisme? Peut-on même considérer comme *erreurs de l'instinct*, ainsi qu'on le fait d'habitude, les faits revenant *constamment* dans des conditions déterminées?

On dira, peut-être, que nous avons ici un de ces cas de *terrification*, de *warning colours* de Wallace ou *aposemathic colours* de Poulton? Mais est-il possible qu'à un moment voulu, et dans les conditions de l'expérience, les animaux dissimulants se transforment en animaux *terrifiants*?

N'est-il pas plus logique d'en chercher ailleurs l'explication? N'est-il pas possible de pénétrer, par l'analyse approfondie, la nature intime de ces faits et d'en trouver une explication scientifique causale, dans laquelle il n'y aurait plus ni faits exceptionnels *distéléologiques*, ni *téléologie normale* de l'instinct, mais où tout se confondrait dans le *déterminisme physiologique* des actions instinctives?

C'est ce que je vais essayer dans ce qui suit.

IV. — Les crabes aveuglés.

Il m'était impossible de rendre les crabes aveugles en couvrant leurs cornées avec de l'asphalte ou quelque autre substance noire, les pinces de *Maja* étant trop mobiles et trop habiles pour ne pas les enlever aussitôt; j'ai donc coupé les pédoncules oculaires.

Les animaux, ainsi opérés, deviennent extrêmement excités, courent incessamment par-ci et par-là, se battent avec tous les crabes rencontrés, mais se déguisent immédiatement et d'une manière toute normale, seulement sans aucun rapport avec la couleur de l'entourage.

Le fait de la persistance du déguisement normal chez les animaux aveuglés est d'une importance très grande, parce qu'il démontre que la cause primordiale de cet instinct n'est pas dans les photoréceptions. Ce seraient plutôt les *tangoréceptions* (= les perceptions, ou mieux les réceptions tactiles) des pinces, d'un côté, et des crochets dorsaux flexibles, de l'autre, qui provoqueraient, dans des conditions déterminées, toute la série d'actions instinctives dont nous avons donné la description. Si cela est vrai, alors, pour accomplir ces actions, les animaux n'auraient pas besoin du fonctionnement de leurs ganglions cérébraux, tous les mouvements des extrémités buccales et thoraciques ayant leurs centres dans la masse ganglionnaire centrale.

Voyons ce qu'apportent en cette matière les expériences.

V. — L'instinct des maja après la résection complète du cerveau.

Dans l'exposé présent, il m'est impossible de donner la description de la méthode opératoire, ni des observations détaillées sur les animaux opérés.

Je me bornerai à indiquer que je me servais exclusivement du crochet tranchant, employé pour la première fois par Ward, et que je pratiquais toujours les opérations du côté ventral par la méthode de Bethe, un peu modifiée.

Après la section au-dessus de l'œsophage des deux connectifs longitudinaux, c'est-à-dire de l'unique communication entre les ganglions cérébraux et la masse ventrale, les animaux — si l'opération est bien faite[1] — vivent assez longtemps (je les ai gardés jusqu'à cinq semaines) pour qu'on puisse les étudier suffisamment.

Une fois le choc opératoire disparu, tous les réflexes les plus complexes restent intacts, comme on le sait depuis dix ans, d'après les excellents travaux de Bethe : l'animal peut marcher, *choisit* la nourriture, mange bien, *se défend*, etc.

Mais ce qui nous intéresse tout spécialement, c'est qu'il commence bientôt à se nettoyer, en grattant avec ses pinces les crochets, surtout ceux des pattes ambulatoires et de l'extrémité postérieure du thorax, mais aussi, quoique très rarement, à cause de l'affaiblissement des muscles, ceux de la surface supérieure du thorax. Eh bien ! si le crabe arrive à toucher avec ses pinces un morceau de papier ou algue, on le voit souvent se déguiser, en exécutant toute la série des mouvements sans en omettre un seul, et dans le même ordre que chez les *Maja* normaux.

J'ai pu le montrer plus d'une fois au Laboratoire de Roscoff. Mais aussi il les prend souvent avec sa pince et les rejette loin de lui, de même qu'il rejette la nourriture qu'il peut aussi accrocher quelque part sur sa carapace.

Il n'y a rien d'étonnant dans cette *inconstance* des réactions, quand on a présents à l'esprit les faits analogues, quelquefois beaucoup plus frappants, chez les animaux non opérés. L'explication se trouve dans les perturbations internes de l'état physiologique, perturbations complètement inconnues, mais dont les réactions modifiées de l'animal donnent la preuve incontestable.

L'essentiel, dans ces expériences, est que les actions instinctives de déguisement se passent normalement après l'ablation du cerveau.

Quelles conclusions peut-on en tirer en matière de *psychologie de l'instinct*? Je n'en vois que deux éventuelles : ou bien il faut avouer franchement que nous ne pourrons rien savoir de précis, et, par conséquent, renoncer dans les études scientifiques sur l'instinct à toute tendance psychologique ; ou bien, il faut déclarer aussi franchement que la *psyché* animale, au moins la *psyché inférieure, instinctive et non consciente* — comme on a l'habitude de dire — n'est pas nécessairement liée au *cerveau*, qu'elle est plutôt diffuse dans tout le système nerveux ganglionnaire, sans avoir besoin de son intégrité anatomique fonctionnelle.

On pourrait me reprocher[2] qu'en coupant les

[1] On le constate en étudiant les réflexes simples, surtout ceux des antennes et *des yeux*. Les observations achevées, on fait l'autopsie du crabe.

[2] Comme l'a fait, par exemple, M. Yves Delage dans la

connectifs je n'ai pas éliminé d'autres communications possibles, celle par le réseau nerveux périphérique (cf. du nerf tégumentaire). Mais les expériences que j'ai faites ensuite à Villefranche-sur-Mer (1907) sur les *Phronimes* complètement décapités, ainsi que les nombreuses observations analogues sur les Insectes et les Myriapodes *complètement décapités*, surtout celles de Wagner[1] sur les *Blatta*, *Nepa cinerea*, *Geophilus longicornis*, etc., démontrent d'une manière incontestable le peu de fondement de cette supposition.

Ainsi, la méthode expérimentale opératoire nous a permis d'établir la déterminisme physiologique de l'instinct de déguisement, qui n'est autre chose qu'un enchaînement d'actions réflexes des extrémités thoraciques antérieures, provoquées par les tangoréceptions des pinces, dirigées par les tango- et chémoréceptions des pièces buccales et poussées par les tangoréceptions des crochets dorsaux flexibles vers leur but terminal.

Il n'est pas difficile de démontrer directement la *sensibilité* ou bien la *réceptibilité* tactile des crochets. Il serait fort intéressant d'étudier leur innervation avec plus de détail.

Le déterminisme ci-indiqué n'est pas encore complet, ne concernant que l'instinct artificiellement simplifié par l'ablation des yeux (ou des ganglions oculaires), et ainsi privé de toute sa perfection et de tout le charme que lui donnent les photoréactions. Il serait peut-être suffisant pour dissimuler les crabes dans les conditions normales de leur vie au fond de la mer, parmi les Algues, les Spongiaires, etc.

Et pourtant il est beaucoup plus compliqué, et c'est la partie la plus difficile qu'il nous reste à analyser.

Le problème du *choix* des couleurs, dont nous avons donné des preuves incontestables, ne peut être résolu directement. Il était même impossible à aborder avant la découverte du chromotropisme, en tant que phénomène *sui generis*, indépendant du phototropisme commun, découverte que j'ai faite à Roscoff en 1906.

VI. — Le chromotropisme animal.

J'ai donné ce nom à la réaction cinétique des animaux vis-à-vis de l'action des rayons (ou des écrans) chromatiques, cette réaction pouvant être positive ou négative, comme dans tous les autres tropismes.

Il est nécessaire de faire remarquer que je ne propose aucune théorie du chromotropisme, ni des tropismes en général, la nature physiologique des phénomènes étant pour le moment trop obscure. Je constate seulement le fait, auquel j'applique le mot *tropisme*, comme ne contenant rien que la constatation objective, sans aucune tendance explicative, qui serait prématurée dans l'état actuel de la question.

Les larves de *Maja squinado* (Zoées) fraîchement écloses présentent, comme on le sait très bien, un *photo* et un *héliotropisme positifs fort marqués*. J'ai pu constater qu'elles sont en même temps très sensibles aux rayons chromatiques, qu'elles se dirigent constamment vers les rayons à longueur d'onde la plus courte, c'est-à-dire *vers le violet*, et, en son absence, vers le bleu, etc.

Elles *distinguent* ainsi tous les rayons visibles. La réaction est presque instantanée : *toutes les Zoées se jettent comme une volée d'oiseaux* vers les rayons les plus réfrangibles, sitôt qu'on les a mises sous leur influence.

Le phénomène a lieu non seulement dans les tubes (de verre) horizontaux, *mais aussi dans les tubes verticaux*, quelle que soit la distance de la région la plus tropique à la surface de l'eau.

Les Némertes de l'espèce *Lineus ruber* se comportent d'une manière toute différente.

Tout d'abord, elles sont fortement négatives vis-à-vis de la lumière diffuse. Si on les met dans de petits cristallisoirs carrés et si l'on fait tomber la lumière colorée d'un seul côté, on trouve que les animaux se dirigent immédiatement et d'une manière constante vers certains rayons (rouges, jaunes : *chromotropisme positif*), tandis qu'ils sont repoussés par les autres (bleus, verts : *chromotropisme négatif*), toutes les autres conditions étant identiques dans les cristallisoirs, placés l'un à côté de l'autre.

Or, l'animal est décidément *positivement érythrotrope* (+) et en même temps *négativement ianthinotrope* (—). Le résultat est, à ce qu'il me semble, assez concluant.

Mais je possède des faits beaucoup plus suggestifs, d'après les expériences nombreuses que j'ai faites pendant ces dernières années, expériences fort variées, portant sur les animaux les plus disparates (*Antédons*, *Némertes*, *Daphnies*, *Phronimes*, *Dromies*, *Pagures*, larves de *Saccocirrus* et de Crustacés, etc.), et concernant aussi bien l'action de la lumière incidente, provenant du spectre prismatique ou des verres de couleur, que l'action de la lumière réfléchie par des écrans et des fonds colorés.

Il serait superflu et non conforme au but de cet article de m'arrêter trop sur la question du chromotropisme et de donner la description détaillée de tous mes résultats.

---

discussion qui a eu lieu après ma première conférence à Roscoff (le 11 septembre 1906).

[1] W. Wagner : *Les problèmes de la Zoopsychologie* (Saint-Pétersbourg, en russe, 1896).

Je n'en prendrai que ce qui est indispensable pour y trouver le point de repère dans le développement successif de mon analyse. Parmi tous ces résultats, il y en a deux qui sont d'une importance capitale pour le problème qui nous occupe.

Le premier est que ce n'est pas seulement la lumière directe colorée qui produit son action tropique spécifique, mais aussi *la lumière du jour, réfléchie par des surfaces colorées*, sur lesquelles l'animal est placé.

Ainsi, par exemple, le *Lineus ruber*, animal érythrotrope, s'immobilise à la lumière du jour (diffuse) sur le fond rouge d'un petit aquarium, dont le fond est divisé en deux moitiés, diversement colorées, ou bien, en l'absence du rouge, sur le jaune, vert, etc., toujours sur le fond de la couleur la plus proche du rouge, et s'éloigne de celui dont la couleur est la plus proche du violet, les conditions d'éclairage étant identiques.

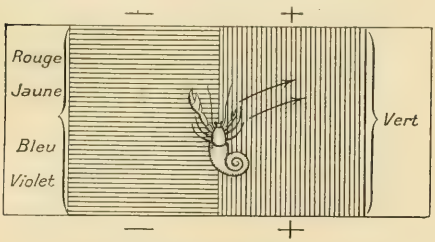


Fig. 8. — *Dispositif pour mettre en évidence le chromotropisme des Pagures.*

Le deuxième résultat est l'*autonomie des phénomènes du chromotropisme et leur indépendance fonctionnelle du phototropisme ordinaire* (vis-à-vis de la lumière du jour).

Une des meilleures preuves en cette matière nous est fournie par le cas des Pagures. Il est à remarquer que tout animal exige des conditions particulières pour manifester ses propriétés chromotropiques. Il est indispensable de trouver ces conditions-là, sous peine de ne pouvoir rien observer (sur la question qui nous occupe). Ainsi, les Pagures (*Bernhardus prideauxii*, *cuanensis*, *striatus*, etc.) ne manifestent leur chromotropisme qu'en étant placés sur le fond d'un aquarium de deux couleurs, à éclairage diffus et égal pour les deux moitiés de l'aquarium, comme le montre la figure 8.

Tous les autres procédés, employés avec succès dans mes études sur d'autres animaux, ne donnent pas de résultats nets dans le cas considéré.

Mais, dans les conditions indiquées, les Pagures sont très commodes à expérimenter, ce qui tient à ce que, leur coquille leur permettant de s'écarter de toute excitation extérieure, on peut leur imposer une position voulue sur la ligne délimitant les deux surfaces colorées, sans les avoir surexcités. Placés sur cette ligne et laissés dans une tranquillité complète, ils sortent peu à peu de leurs abris, et c'est au moment de leur sortie des coquilles que s'établit la différence d'action de deux milieux colorés sur leurs yeux et leur tonus neuro-musculaire.

Cette différence se manifeste aussitôt que les Pagures commencent à se mouvoir, et alors on les voit se diriger immédiatement vers la couleur tropique (plus fortement positive que l'autre).

C'est la couleur verte qui, dans le cas considéré, est la plus positive; quelle que soit la teinte spectrale (rouge, jaune, bleue, violette) formant couple avec le vert, les Pagures se dirigeront toujours vers le vert, comme le montre bien la figure 8. Ils sont donc *chlorotropes*. Maintenus longtemps dans l'aquarium en question, ils en occupent le côté vert seul, ne traversant jamais (dans la journée) la limite fatale. Mais ils sont en même temps *phototropes* (+) ou bien, si l'on veut, *leucotropes*. Sur le fond blanc-noir, c'est le blanc qui sera constamment *choisi*. Ce qu'on peut représenter par la formule :

(1) (—) noir → blanc (+).

Le fond blanc est même plus positif que le vert, comme l'exprime la formule :

(2) (—) vert → blanc (+).

La valeur tropique de toute autre teinte (le vert excepté) correspond à sa position dans le spectre solaire et augmente dans l'ordre spectral vers la partie violette, selon la formule :

(3) (—) rouge → jaune → bleu → violet (+).

Ainsi, par exemple, sur le fond rouge-jaune, les Pagures se dirigent vers le jaune ; sur le fond jaune-violet, vers le violet.

Le noir est le plus négatif, ainsi :

(4) (—) noir → rouge (+).

Si le vert n'existait point, l'échelle des valeurs tropiques serait :

(5) (—) noir → rouge → bleu → violet → blanc (+),

normale, selon la théorie de Loeb.

Mais le vert jouit d'une influence sur les Pagures, de même que sur l'œil humain ; en conséquence, l'*échelle tropique* se présente toute différente :

(6) (—) noir → rouge → jaune → bleu → violet → *vert* → blanc (+).

Il est certain que ce n'est point la luminosité de couleur qui joue ici un rôle prépondérant; la comparaison attentive des réactions tropiques des Pagures (animaux positifs) avec celles des Lineus (négatifs) et surtout celles des Zoées (positifs), vis-

à-vis des mêmes rayons chromatiques, en donne des preuves suffisantes. Dans le cas des Pagures, le jaune est beaucoup moins tropique, non seulement par rapport au vert, mais aussi par rapport aux couleurs aussi peu lumineuses que le bleu et le violet.

VII. — L'inversion expérimentale du chromotropisme.

Ainsi, *tout rayon chromatique a une action spécifique, autonome et indépendante de l'action des autres rayons chromatiques et de celle de la lumière blanche.*

Mais cette constatation, bien que très importante, ne nous donnerait pas le moyen d'approfondir l'analyse de l'instinct de déguisement, si je n'avais pas obtenu en même temps l'inversion du chromotropisme.

Après des recherches longues et infructueuses avec des solutions isotoniques de chlorures divers, avec de l'eau de mer concentrée, etc., je suis arrivé au but d'une façon tout inattendue, par un procédé extrêmement simple : l'addition d'eau distillée (de 25 à 80 centimètres cubes pour 100 centimètres cubes d'eau de mer). Placés dans cette solution, les *Lineus ruber*, le lendemain, deviennent *tous* ianthinotropes : tout en restant négatifs par rapport à la lumière blanche, ils se dirigent maintenant vers les rayons les plus réfrangibles du spectre, aussi exactement qu'ils les avaient *fuis* auparavant. C'est par ce procédé que j'ai pu séparer le chromotropisme du phototropisme, et prouver ainsi d'une manière incontestable son autonomie fonctionnelle, dont j'ai parlé plus haut.

Si, auparavant, les *Lineus* normaux, mis dans un tube horizontal, parallèle à la source lumineuse et placé derrière une série de plaques diversement colorées, s'assemblaient *tous* sous la plaque rouge, ou bien, en son absence, sous celle qui laissait passer les rayons les moins réfrangibles, maintenant invertis, ils s'assembleront *tous* sous les plaques qui laissent passer les plus réfrangibles.

Ainsi, le changement dans l'état physiologique de l'organisme, sous l'influence de la dilution du milieu ambiant, amène le changement de toutes les réactions dues au chromotropisme.

Mais ce n'est pas l'*hydratation* qui serait nécessairement liée au *ianthinotropisme* des *Lineus*, ni la *déshydratation* à l'*érythrotropisme*, comme on pourrait le croire d'après les opinions soutenues par G. Bohn[1]. Les faits suivants le démontrent bien :

1° L'inversion du chromotropisme des Némertes, apparaissant le deuxième jour, continue, en général, deux jours et disparaît le quatrième. L'animal devient normal-érythrotrope.

2° Après avoir vécu pendant deux ou trois semaines dans mes solutions (eau de mer avec eau distillée), et présentant par conséquent leur chromotropisme normal (érythrotropisme), les *Lineus* le changent de nouveau lorsqu'on les transporte dans l'eau de mer pure et deviennent de nouveau ianthinotropes.

Ce serait donc plutôt le trouble de l'équilibre physiologique qui provoquerait l'inversion du tropisme, ce qui concorde bien avec mes expériences récentes sur les Pagures.

Laissons vivre un Pagure normal et chlorotrope (comme nous le savons bien maintenant) dans une cuvette carrée bicolore, d'un à deux litres, sans y changer l'eau. Essayons de temps en temps son chromotropisme, en le mettant sur la ligne qui délimite les deux couleurs.

Quelques jours après, nous verrons l'animal, intoxiqué peu à peu par les produits de ses excrétions, changer le sens de son chromotropisme et devenir nettement érythrotrope (et négatif vis-à-vis des écrans blancs). L'échelle des valeurs tropiques des différentes teintes reste la même, mais elle décroît vers le vert et le blanc, dont l'action négative est la plus forte, selon la formule :

(+) noir ← rouge ← jaune ← bleu ← violet
← vert ← blanc (—).

Ainsi, sur le fond vert-violet, les Pagures se dirigent vers le violet, bien qu'ils soient négativemen phototropes et érythrotropes, ce qui confirme une fois de plus l'autonomie relative des actions tropiques des diverses radiations lumineuses.

Ce qui est essentiel pour nous, c'est : 1° que le changement du chromotropisme n'est plus la possibilité *a priori*, mais le fait concret, expérimentalement établi; 2° que le trouble de l'équilibre physiologique, qui détermine ces changements, peut être provoqué par les agents les plus divers.

VIII. — Le Chromotropisme variable de l'Hippolyte comme phénomène normal, accompagnant leur synchromatisme.

N'est-il pas possible que, parmi les agents qui provoquent le changement du chromotropisme, se trouvent aussi les agents lumineux et surtout les propriétés chromatiques du milieu ambiant?

On sait depuis longtemps qu'il existe un rapport intime entre le phototropisme d'un animal et l'intensité de l'éclairage auquel on le soumet.

D'abord Groom et Loeb[1] sur les larves de *Balanus*,

[1] G. Bohn : Attractions et oscillations des animaux marins littoraux sous l'influence de la lumière. *Mém. Inst. gén. psychologique*, t. I.

[1] Groom u. Loeb : Der Heliotropismus der Nauplien von

ensuite G.-H. Parker sur le copépode *Labidocera*, S.-J. Holmes sur l'amphipode *Orchestia* ainsi que sur le flagellé *Volvox*, G.-P. Adams sur l'annélide *Allobophora*, etc., ont montré que les changements du phototropisme positif en négatif ou inversement se produisent sous l'influence seule de l'intensité de l'éclairage, c'est à-dire de l'amplitude d'onde des radiations lumineuses.

Il n'est donc pas impossible, au moins *a priori*, de trouver des cas analogues, où l'inversion du chromotropisme se produirait sous l'influence seule de la longueur d'onde des radiations lumineuses, autrement dit de leur qualité chromatique.

Il est nécessaire, bien entendu, que les êtres chez lesquels on pourrait établir ce phénomène soient extrêmement sensibles par rapport aux agents lumineux.

Ils doivent être doués d'une telle plasticité de leur organisation senso-motrice que son état puisse être changé sous l'action directe du milieu chromatique et que ce changement puisse se manifester par leurs mouvements tropiques.

Le nombre des êtres pareils est évidemment très restreint.

Pour le moment, je ne connais que les petites crevettes du genre *Hippolyte varians*, d'un côté, et les crabes qui se déguisent, de l'autre (au moins les *Maja*).

C'est grâce aux travaux de deux biologistes anglais, MM. Keeble et Gamble [1], que j'ai pris connaissance de ce phénomène chez l'*Hippolyte*. Qu'il me soit permis de reproduire ici un des passages de leur premier travail : « Les crevettes manifestent le pouvoir de choisir leur algue, ce qui est démontré sur les figures 1-9 (planches 32 et 33), représentant les crevettes placées dans une cuvette pleine d'eau, dans laquelle on a mis ensuite des morceaux d'algues de couleur différente. Les crevettes ont été laissées libres de choisir leurs algues, et leur choix correspondait admirablement à leur coloration... Dans d'autres cas, l'observation directe montre que les crevettes vertes affectionnent les *Zostères* [vertes!], les crevettes brunes seules les *Halidrys* et *Dictyota* [algues brunes!] ».

Ce phénomène, que les auteurs anglais qualifient de *choix* (*power of selection*), n'est que le chromotropisme, seulement fort compliqué, très différentiel et, si l'on veut, *individuel*.

C'est pour ce phénomène que j'ai proposé le nom objectif du *chromotropisme synchromatique*, nom définissant bien tout son caractère spécifique.

Mais qu'est-ce donc que ces variétés chromatiques des *Hippolyte*, ayant chacune son chromotropisme synchrome?

Dans le troisième Mémoire de Keeble et Gamble [1], au chapitre intitulé *Sympathetic coloration*, nous lisons que les jeunes individus, encore incolores ou presque incolores, prennent rapidement la couleur des Algues sur lesquelles on les a mis.

Ce qui est encore plus intéressant, c'est que non seulement les individus jeunes colorés, mais aussi les adultes ayant été transportés sur des fonds (papiers) d'une autre couleur, changent facilement leur couleur initiale et en prennent une nouvelle, qui est précisément celle du support.

Voici les principaux résultats des expériences que j'ai faites sur ce sujet à Roscoff en 1906-1907 :

1° J'ai obtenu de nombreuses *Hippolyte* de couleur suivante :

A. *Couleurs simples*, c'est-à-dire où les pigments correspondants sont seuls dilatés :

a) *Rouge* : foncé et clair;

b) *Jaune* : foncé, clair et blanchâtre;

c) *Bleu* et bleuâtre (transparent);

B. *Couleurs composées* :

d) *Orange* (pigment jaune + pigment rouge);

e) *Vert* : citron et olive (p. jaune + p. bleu en mélanges différents);

f) *Violet* : foncé et lilas (p. rouge + p. bleu).

Sans compter les couleurs habituelles — verte, brune et brunâtre (les deux dernières composées des pigments rouge + jaune + bleu).

Ainsi, j'ai obtenu toutes les couleurs fondamentales du spectre solaire avec de nombreuses nuances, correspondant toujours à la couleur du papier employé.

Ce qui est frappant, dans les résultats ci-dessus, ce sont les couleurs vives *jaune*, *bleue* et *violette*, qu'on ne rencontre pas dans le milieu naturel des *Hippolyte*, habitant les herbiers et les algues.

Il résulterait de ce fait que l'étendue de la plasticité chromatique des *Hippolyte* n'est point due à la sélection naturelle, qu'elle est d'origine primaire et dépend directement des agents chromatiques du milieu.

2° Toute variété chromatique, naturelle ou obtenue expérimentalement, peut être changée en n'importe quelle autre.

3° L'*intensité* de l'éclairage coloré joue un rôle beaucoup *moins important* que sa qualité chromatique; c'est ce qu'on peut conclure, du moins, des expériences de 1906, où j'ai obtenu les mêmes colorations des *Hippolyte* avec des intensités variées de l'éclairage, dans de petits cristallisoirs, enveloppés de fins papiers de couleur. Cette mé-

Balanus perforatus und die periodischen Tiefenwanderungen pelagischer Tiere. *Biol. Centralbl.*, t. X.

[1] Keeble a. Gamble : *Hippolyte varians*, a study in Colour-change. *Quart. J. of Micr. Sc.*, t. XLIII, pp. 601-602.

[1] Keeble a. Gamble : The Colour physiology of higher Crustacea. Part. III. *Phil. Trans.*, série B, t. CLXXXXVIII.

thode est bien un peu trop primitive, mais elle est la seule dont j'aie pu me servir.

4° Il existe des *Hippolyte* très rebelles aux changements (jusqu'à huit jours et plus). Mais, si elles arrivent à changer de couleur, ce n'est qu'*après la mue*[1] qu'apparaît ce changement, soit en partie, soit en totalité. Ce qui prouve que la mue n'est point un processus externe, mais un processus qui affecte tous les tissus *en augmentant leur plasticité*.

5° Une fois changée, la couleur des *Hippolyte*, même chez les plus rebelles, *devient plastique* et peut être changée avec une rapidité frappante, quelquefois dans une dizaine de minutes.

Le fait me paraît fort intéressant, parce qu'il démontre le rôle que peut avoir l'*habitude* (dans le sens purement physiologique du mot), c'est-à-dire « l'emploi ou le défaut d'emploi » d'un organe (comme le disait Lamarck) dans la formation des variétés stables d'un animal, primitivement polychrome.

Ainsi, les idées de Lamarck, plus d'une fois tournées en dérision, reprendraient la place qui leur est due.

Or, les variétés chromatiques des *Hippolyte* ne se développent qu'individuellement, sans être héréditaires.

Et, puisque chacun de ces individus diversement colorés a, d'après les observations de Keeble et Gamble, son chromotropisme correspondant spécifique, il est évident qu'en acquérant sa coloration il acquiert simultanément son chromotropisme synchrome.

La couleur et le chromotropisme sont ici tous les deux liés intimement; ils sont toujours synchromes avec la couleur du milieu, sous l'action directe duquel ils se développent chaque fois par une sorte de *résonnance* de l'organisme entier, aussi bien de ses chromatophores et de sa « rétine » que de son appareil neuro-musculaire. Il m'est impossible de m'occuper ici de la question de cette *résonnance chromo-cinétique*, à laquelle je consacrerai un chapitre spécial dans mon travail prochain. J'ai voulu seulement insister sur ce parallélisme constant de la couleur variable avec le chromotropisme variable.

Il serait fort important et intéressant d'étudier, par voie expérimentale, la marche progressive des changements de ces deux phénomènes; d'essayer d'établir si ces changements sont absolument simultanés ou s'ils se succèdent dans le temps, le parallélisme n'étant alors que le stade définitif du processus physiologique.

C'est là un problème digne de tenter un biologiste et qui, je crois, n'est pas impossible à résoudre.

Il est certain, d'après mes recherches, que le pouvoir d'effectuer les changements de couleur diminue avec le défaut prolongé d'emploi de la plasticité chromatique de l'animal. Il est probable que, dans des conditions constantes du milieu coloré, la plasticité des chromatophores, diminuant alors peu à peu, deviendrait nulle (dans un temps assez long). La couleur serait alors constante.

Le chromotropisme perdrait-il aussi sa résonnance synchrome? Je n'en sais rien. Mais il est probable *a priori* qu'il existe des êtres qui, ayant perdu complètement leur pouvoir de changer de couleur, à cause de la structure anatomique de leurs téguments, ont conservé ou évolué leur plasticité chromotropique et leur résonnance chromo-cinétique des mouvements instinctifs. Tel est le cas de nos *Maja*.

Et nous voilà ramenés enfin vers le sujet immédiat de l'analyse présente.

IX. — Le « Choix « des couleurs, comme synchromatisme instinctif variable, dû a la résonnance chromo-cinétique de l'animal.

Nous sommes fort heureux d'être aidé, dans cette question difficile, par les preuves objectives que nous présentent les *Maja* par leur costume, comme les *Hippolyte* en présentaient par leur couleur organique.

Le costume nous indiquerait chaque fois le passé chromatique des crabes, le milieu dans lequel les crabes ont vécu. Le « choix » des couleurs se présente alors sous l'aspect suivant :

§ 1. — Le « choix » du costume.

L'animal, mis dans un milieu coloré, — *vert*, par exemple, — en acquérant sous l'influence directe du milieu, par résonnance chromo-cinétique, le chromotropisme correspondant (synchrome), devient *chlorotrope*, et par conséquent négatif vis-à-vis des autres couleurs. S'il trouve des papiers de couleur, il ne peut prendre (c'est-à-dire s'approcher) ni des rouges, ni des blancs, etc., ces couleurs faisant, dans l'aquarium vert, des surfaces négatives (repoussantes) pour l'animal accordé chlorotropiquement.

Il se déguisera donc en vert, qu'il rencontrera en errant sur les surfaces vertes. Il en est de même dans un milieu de n'importe quelle couleur, *excepté le milieu noir*.

On comprendra maintenant, ce qui serait inexplicable autrement, pourquoi le costume ancien dans les expériences du chapitre III, § 1, n'avait aucune influence sur la couleur du costume nouveau.

[1] La mue des *Hippolyte*, comme chez beaucoup d'autres Crustacés, s'effectue habituellement pendant la nuit.

On comprendra aussi maintenant pourquoi on ne doit pas mettre de papiers ni trop grands, ni trop nombreux, la couleur propre de l'aquarium diminuant relativement son influence décisive. Les papiers ne peuvent être pourtant trop petits, les surfaces tropiques négatives n'effectuant alors aucune action ou une action trop faible pour empêcher l'animal d'en approcher.

On comprendra encore pourquoi les crabes, dans de nombreuses expériences, avaient sorti tous les papiers synchromes, n'ayant point touché aux papiers dissonnants, quoique ceux-ci fussent là en quantité considérable.

§ 2. — Le « choix » du milieu.

Les animaux se déguisent dans les aquariums préparatoires d'une certaine couleur et ne contenant que des papiers de la même couleur. Sous l'action directe de ce milieu, ils acquièrent le chromotropisme correspondant. Une fois mis dans des conditions où le chromotropisme peut s'effectuer, comme dans nos expériences du chapitre III, § 2, dans l'aquarium divisé en deux moitiés diversement colorées, les crabes se dirigent vers le milieu correspondant. Le costume lui-même ne joue aucun rôle dans ce phénomène. Il ne sert ici qu'à l'expérimentateur, en constituant une vraie *recognition mark*, grâce à laquelle on ne peut se tromper sur le passé chromatique de l'animal.

Afin de confirmer cette manière d'envisager les faits, je suis allé encore une fois à Villefranche, spécialement pour exécuter quelques expériences nouvelles et me procurer des arguments irréfutables :

1° J'ai élevé quelques *Maja* durant un certain temps dans des aquariums colorés, sans leur donner de matériel pour le costume. J'ai étudié ensuite leurs réactions vis-à-vis des surfaces colorées d'un autre aquarium, divisé en deux. Le chromotropisme correspondant s'était établi sans costume;

2° Dans un aquarium d'une couleur quelconque, par exemple *rouge*, j'ai remarqué le coin « favori » où se serraient d'habitude mes crabes thigmotropes. Ensuite, j'ai coloré ce coin d'une couleur différente, *verte* par exemple.

Et voici que les crabes *accordés pour le rouge* ne venaient plus dans ce coin vert, qui présentait maintenant la surface négativement tropique. Plus d'une fois, je les ai rencontrés près de la limite de cette surface, où ils s'arrêtaient et reculaient après quelque temps.

Alors, j'ai changé le coin dissonnant. Les crabes le fréquentaient de nouveau, mais ils ne pouvaient dépasser maintenant la limite du nouveau coin négatif.

Ces deux séries récentes d'expériences sont, à ce qu'il me semble, assez concluantes.

§ 3. — Les « erreurs » de l'instinct.

Elles n'existent plus dans notre manière d'expliquer les faits de déguisement.

Dans l'*aquarium noir*, l'action chromotropique du milieu étant nulle, chaque surface colorée (papiers) qui se trouverait là exercerait une action positive ; l'animal se dirigerait vers elle et se déguiserait éventuellement avec du papier coloré et non avec du papier noir, qui n'exerce aucune action. Il peut en prendre quelquefois, s'il le rencontre par hasard sur son chemin vers le papier tropique; mais cela n'arrive que fort rarement.

Si nous rapprochons encore une fois les faits de synchromatisme histologique des *Hippolyte* avec les faits de synchromatisme accidentel ou instinctif des *Maja*, nous verrons que l'essentiel des deux phénomènes est identique, et qu'il consiste en une *résonnance chromo-cinétique* en réponse aux agents lumineux du milieu.

Cette résonnance, par l'intermédiaire de la voie rétino-neurale, se manifeste chez les *Hippolyte* par les phénomènes cinétiques des chromatophores, tandis que, chez les *Maja*, elle se traduit par les phénomènes chromo-cinétiques de l'animal tout entier, c'est-à-dire par des mouvements chromotropes qui, forcément, déterminent le déguisement correspondant.

Voici tout ce que j'ai à communiquer sur l'analyse expérimentale de l'instinct qui porte les Brachyures oxyrhynques à se déguiser. Il ne me reste qu'à résumer les résultats.

X. — Conclusion générale : Le déterminisme physiologique de l'instinct de déguisement dans son ensemble.

Je me crois forcé de ne parler que du *déterminisme physiologique*, abstraction faite de toute tendance psychologique. La cause en est qu'il nous est absolument impossible de savoir quoi que ce soit sur l'état psychique des animaux inférieurs, auxquels on ne peut même pas appliquer le raisonnement par analogie avec nos états introspectifs. Ainsi, la question du « choix » consciencieux et volontaire, ou déterminé par les « sensations » des couleurs, sensations « agréables » dans certaines conditions et « désagréables » dans d'autres, cette question peut être fort intéressante, mais n'existe point pour nous comme question scientifique ; d'autant plus que tout se passe chez nos animaux comme si les états psychiques n'existaient point, ces états n'ayant aucune influence sur la marche des réactions instinctives que nous venons de décrire et d'analyser.

Or, ni au point de vue *gnoséologique*, ni au point

de vue *méthodologique*[1] nous n'avons commis aucune erreur, en nous bornant dans cette étude à la *méthode objective* : physiologique (expérimentale) et biologique (comparative).

En voici le résultat général :

L'instinct des *Maja*, dans toute sa complexité ravissante, se compose de deux parties, dont on peut séparer et étudier isolément la deuxième, celle qui constitue la partie fondamentale de l'instinct.

Cette simplification de l'instinct se produit dans le cas de la résection de la masse cérébrale contenant les ganglions photo-récepteurs ou bien de l'ablation des organes périphériques de photo-réception.

Dans l'instinct non mutilé, la première phase est celle des chromo-réactions de l'animal vis-à-vis de la couleur du milieu et des surfaces colorées des objets de déguisement. Le matériel de déguisement est déterminé par le *chromotropisme synchromatique variable*, qui pousse l'animal fatalement vers certaines surfaces colorées, selon l'ensemble des conditions données. Une fois que l'animal a touché au matériel quel qu'il soit, — si rien ne l'empêche, — on voit commencer immédiatement toute la longue série des mouvements réflexes, fort compliqués, provoqués par les tango-réceptions[1] des pinces, dirigés par les tango et chémo-réceptions des pièces buccales et poussés vers le « but » final par les tango-réceptions des crochets dorsaux.

Romuald Minkiewicz.

L'INSCRIPTION INSTRUMENTALE DES SÉISMES ET LA PHYSIQUE DU GLOBE

DEUXIÈME PARTIE : LES CAUSES DES TREMBLEMENTS DE TERRE

Dans un premier article[2], nous avons étudié les modes d'inscription des séismes et les notions qui en découlent quant à la propagation des secousses. Nous allons maintenant examiner comment et dans quel sens les résultats des recherches instrumentales sont en état d'influencer la conception généralement admise sur les *causes* des tremblements de terre. Un simple coup d'œil rétrospectif pourra nous fournir la base nécessaire à l'intelligence du problème.

I

Une opinion encore assez répandue, et que partageait de Humboldt, attribue les tremblements de terre à des éruptions volcaniques ou, en tous cas, les considère comme une conséquence d'éruptions avortées. C'est qu'un certain nombre d'éruptions volcaniques, mais pas toutes cependant, sont accompagnées de secousses sismiques ; toutefois, malgré leur violence, parfois très grande, lesdits tremblements de terre restent dans le voisinage le plus rapproché du volcan. Les dernières éruptions du Vésuve du mois d'avril 1906 fournissent une nouvelle preuve à l'appui de ce que nous avançons : les plus fortes secousses, seules, furent ressenties jusqu'à Naples et elles ne furent enregistrées par les instruments sismiques qu'aux stations de l'Italie centrale. Même pendant la période des nombreuses éruptions volcaniques des petites Antilles, en l'année 1902, les instruments sismiques n'ont subi aucun mouvement. Remarquons, en passant, que ce qui vient d'être dit prouve décidément que les forces volcaniques ont leur siège dans des amas de magma qui se trouvent près de la surface de la Terre, dans les foyers périphériques de A. Stübel, et non dans le grand foyer central de l'intérieur de la Terre.

L'on a cru plus tard, surtout à la suite des travaux de O. Volger, que des massifs entiers, tels que les Alpes, étaient minés à leur base par des eaux souterraines, et que, par conséquent, de vastes cavités s'étaient formées et s'étendaient sur des milliers de kilomètres sous ces massifs ; si celles-ci viennent à s'effondrer sous le poids des masses superposées, un tremblement de terre en résulte. Mais bientôt toutes ces théories, basées sur les effondrements, durent être modifiées et réduites. Par suite de l'érosion continue, il se forme certainement, surtout dans les massifs calcaires, des cavités qui peuvent s'effondrer en donnant naissance à des tremblements de terre ; rappelons seulement les tremblements de terre du Karst et des

[1] On trouvera l'exposé fondamental de mes conceptions gnoséologiques et méthodologiques en Zoopsychologie dans la première partie de mon travail d'ensemble, dans la *Revue Polonaise de Philosophie* (*Przeglad filozoficzny*), vol. X, fasc. 3, Varsovie, 1907.

[2] *Revue gén. des Sciences* du 30 janvier 1909, t. XX, p. 58 et suiv.

[1] Réceptions ou « perceptions » [illegible]

Alpes calcaires, dont la cause doit se trouver là. Quelque petites et rapprochées de la surface que soient ces perturbations, et si limitée que soit leur aire, les chocs courts et saccadés qui les accompagnent produisent parfois de forts ébranlements.

Les tremblements de terre de grande étendue, de longue durée, d'une violence persistante, sont le signe visible et sensible d'une tension qui se rompt dans les parties solides de l'écorce terrestre, phénomène qui entraîne à sa suite des changements dans la disposition des couches rocheuses, des dislocations, comme dit le géologue, soit des plissements, des déchirures, des affaissements, des soulèvements ou des déplacements de masses rocheuses. Selon l'opinion la plus répandue de nos jours, celle qu'a émise J. D. Dana, propagée et développée par A. Heim et par E. Suess surtout, ces déplacements dans la partie solide de l'écorce terrestre seraient la conséquence du refroidissement du globe jadis en ignition. De nos jours encore, on admet que le centre de la Terre se contracte lentement, mais d'une façon suivie, par suite de la radiation continue de la chaleur dans l'espace froid qui l'entoure; l'écorce terrestre, déjà refroidie, ne peut alors s'adapter au noyau qui se retrécit de plus en plus, en raison de la compression et de la superposition. De cette façon se formèrent les grandes masses du relief du globe, les vastes bassins des océans.

Parfois le déplacement des blocs force en même temps la masse ignée des profondeurs de la Terre, le magma, à se frayer un passage, d'où résultent des éruptions volcaniques; les volcans, ceux qui sont éteints et ceux qui sont en activité, sont aussi souvent étroitement liés aux phénomènes orogéniques. Quelles qu'en soient les causes, il est en tous cas certain que, sous l'influence des poussées formidables qui se produisent dans l'écorce terrestre, des tensions s'établissent entre les blocs et dans les blocs. Lorsqu'une pareille tension cesse subitement, des déplacements horizontaux et verticaux ont lieu, ainsi que des tremblements de terre. Comme ceux-ci sont en rapport étroit avec l'architecture de l'écorce terrestre et l'orogénie, on les appelle tremblements de terre *tectoniques* ou tremblements de terre de *dislocation*. L'existence réelle de ces états de tension dans les masses rocheuses se manifeste très sensiblement lorsqu'on y pratique une solution de continuité pénétrant dans leur profondeur, ce qui produit une rupture locale d'équilibre. Le cas se présente dans les travaux de mines, dans les tunnels, et même, sous certaines conditions spéciales, dans les carrières à ciel ouvert. Là ce n'est pas seulement le sol qui se soulève en forme de voûte, mais fréquemment aussi des plaques, d'une dimension de plusieurs mètres cubes, se détachent sans signe précurseur de la surface mise à nu, et cette rupture s'accompagne de fortes détonations, tandis que des pierres moins volumineuses sont projetées à quelques mètres de distance; les mineurs d'Allemagne désignent ce phénomène sous le nom de « Bergschlag », « Knallendes Gebirge », les Français sous celui de « Bendon ».

A l'occasion des travaux entrepris lors du percement du Simplon, C. Schmidt[1], de Bâle, a approfondi l'étude de ce phénomène et a soigneusement réuni tous les ouvrages se rapportant à ce sujet. Son Rapport relate les observations publiées précédemment, en particulier celles qui concernent les mines de houille. Il déduit de ses recherches que les « bendons » sont en relation étroite avec la constitution pétrographique et la direction de la schistosité. Lorsque les feuillets sont horizontaux ou peu inclinés, les bendons se manifestent, tandis qu'ils manquent quand les feuillets sont redressés. Il faut, outre cela, tenir compte de la pression des masses pierreuses et, jusqu'à un certain point, de la nature et de l'intensité des dislocations occasionnées par la formation des montagnes. La tension de la face interne (intrados) diffère de celle de la face externe (extrados). Sous le rapport sismologique, il est intéressant de remarquer que les bendons des mines peuvent, lorsqu'ils sont très violents, produire à l'extérieur, à la surface, des effets analogues à ceux des tremblements de terre naturels. Des objets se mettent à osciller, des lézardes et des crevasses se produisent dans les bâtiments et dans le sol, et l'on entend parfois un bruit ressemblant au grondement du tonnerre. La région superficielle ébranlée est circulaire et sa partie centrale, où l'ébranlement est le plus violent, se trouve perpendiculairement au-dessus du foyer du bendon. Cremer et Dill[2], cités par Schmidt, décrivent des secousses sismiques qui se sont produites le 2 juillet 1897, le 24 mars 1899 et le 14 juillet 1899 dans les environs de Herne (Westphalie) et les mettent en rapport avec des bendons du bassin houiller de la Ruhr. D'après les communications de F. Mladeck, également cité par Schmidt, l'on observe aussi, dans les terrains miniers de Pribram (Bohême), des ébranlements sismiques, occasionnés par l'état des piliers qui, par suite des travaux d'exploitation, se trouvent de plus en plus

[1] C. Schmidt : Untersuchungen über die Standfestigkeit der Gesteine im Simplontunnel. Gutachten abgegeben an die Generaldirektion der Schweizerischen Bundesbahnen. Bern, 1902

[2] Dill : Die in den letzten Jahren auf Steinkohlengruben des Oberamtsbezirks Dortmund vorgekommenen Gebirgsstösse und die hierdurch herbeigeführten Unfälle. *Zeitschrift für Berg-, Hütten und Salinenwesen*, 1903, p. 439.

exposés. Il faut toutefois tenir compte du fait que, lorsque des bendons et des tremblements de terre se produisent en même temps, le tremblement de terre peut être la cause première qui provoque le bendon.

Deux études récentes de C. Regelmann[1] nous permettent de voir de quelle façon les forces orogéniques agissent de nos jours. Ces études donnent l'impression que les Alpes avancent peu à peu vers le Nord et le Nord-Ouest et par là poussent fortement les couches peu dures de la Mollasse tertiaire, avec le lac de Constance qui les limite vers le Nord, contre l'Albe souabe. Les tensions produites par ces pressions latérales se détendent de temps en temps suivant certaines lignes, et occasionnent des tremblements de terre, d'où résultent, dans les plissements des montagnes, des déplacements de lambeaux horizontaux et verticaux, des affaissements dans les plis synclinaux, des exhaussements dans les plis anticlinaux. En ce qui concerne le bassin d'effondrement de la fosse hercynienne, coupé par les deux lignes sismiques du lac de Constance, on a pu, grâce à la répétition de nivellements de précision effectués sur les deux bords, déterminer avec exactitude, en mesures absolues, les affaissements qui s'y sont produits dans ces derniers temps, soit d'une façon continue, soit simplement par saccades :

		ABAISSEMENT
Limnimètre du lac de Constance	de 1874-1890 . .	95mm
—	de 1864-1890 . .	163
—	de 1817-1890 . .	317
Degré d'élévation :	Port de Lindau, 1869-1895. .	15
—	Bregenz, maison du garde-voie.	41
—	Hardt.	46
—	Fussach, jetée (digue du port).	57
—	— — .	48
—	Bregenz, port.	100

Le fond du lac s'abaisse, en général, plus que le niveau de l'eau, surtout sur les bords méridionaux. De plus, on a de bonnes raisons pour penser qu'à la fin de l'époque glaciaire, qu'on désigne sous le nom d' « époque de Würm », dans cette région, le niveau du lac était à peu près à 410 mètres et qu'il resta pendant assez longtemps à 404 mètres, puis à 399 mètres; à l'époque des palafittes, il y a donc environ 2.500 ans, il se trouvait à 400 mètres, tandis qu'il est tombé de nos jours à 395 mètres. Les tremblements de terre qui se produisent dans le lac et sur ses bords ne sont que des phénomènes concomitants de ces déplacements en rapport avec la formation progressive des montagnes.

Citons comme exemple typique d'un tremblement de terre tectonique celui qui, le 18 avril 1906, ravagea la Californie, et notamment San Francisco. Il s'étendit vers le Nord de l'Orégon, jusqu'à Coos-Bay, et vers le Sud jusqu'à Los Angeles; le tremblement de terre fut ressenti, vers l'Est, dans la plus grande partie de la Californie centrale et du Nevada

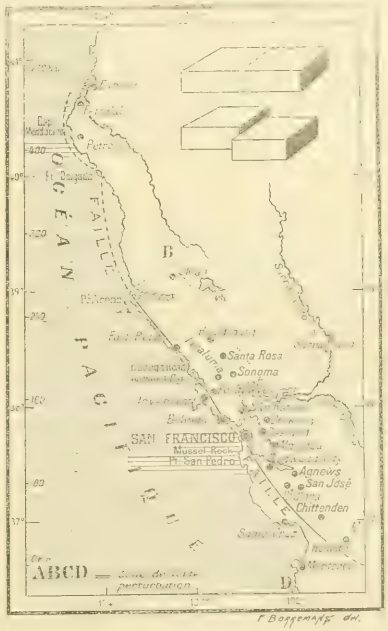


Fig. 1. — *Région éprouvée par le tremblement de terre de San Francisco.*

oriental, et surtout vers le versant Est de la Sierra Nevada.

La zone où la perturbation a été la plus forte se trouve des deux côtés d'une grande faille que l'on peut suivre, vers le N.-W., de l'embouchure de l'Adler Creek (fig. 1), à Hollister, au S.-E., sur une longueur de 600 kilomètres; au Nord, cette faille se continue, probablement au fond du Pacifique, jusqu'à Eureka. Selon les recherches des géologues des Etats-Unis, Gilbert, Branner et Lawson, le mouvement du sol se manifesta par un glissement horizontal le long d'une surface de dislocation presque verticale de l'écorce terrestre; sur le bord oriental de cette faille, le sol se déplaça d'une quantité variant de 2 à 7 mètres dans la direction du Sud-Ouest, en même temps que des affaisse-

[1] C. Regelmann : Erdbebenherde und Herdlinien in Südwestdeutschland. *Jahresheft des Vereins für vaterländische Naturkunde in Württemberg*, 1907, p. 110 ff.

Id. : Neuzeitliche Schollenverschiebungen der Erdkruste im Bodenseegebiet. *Bericht über die 40e Versammlung des Oberrheinischen. Geologischen Vereins zu Lindau*, 1907.

ments, allant jusqu'à 1 mètre, affectaient cette même bande de terrain. Par suite de ce mouvement, il se produisit dans le sol un sillon qui, à la suite d'un effet produisant comme un déchirement du sol ou cisaillement, se trouva coupé par de nombreuses déchirures transversales; le phénomène fut particulièrement visible à la traversée de routes, de digues ou talus, de clôtures, dont les tronçons semblaient avoir été déplacés en sens contraire. La dislocation coupa et déchira les conduites d'eau et de gaz et les circuits électriques de San Francisco, ce qui aggrava considérablement la catastrophe. Alors que les conduites d'eau se vidèrent immédiatement, les court-circuits électriques et le gaz enflammé s'échappant des tuyaux de conduite allumèrent de toutes parts les incendies, dès lors impossibles à combattre.

II

Partant de considérations analogues à celles qui viennent d'être énoncées, R. Hoernes[1] établit en 1878 son système de classification des tremblements de terre en trois catégories : séismes *volcaniques*, séismes d'*effondrement* et séismes de *dislocation*. On pouvait croire alors posséder ainsi, quant à la question des causes efficientes, une solution satisfaisante, et, pour l'époque, concluante. Toutefois, il était, à ce moment même, impossible de ne pas reconnaître que cette distinction ne reposait, en somme, que sur les signes visibles directement; en outre, le moyen de classification n'était rien moins que rigoureux. Les circonstances les plus simples se présentent dans le cas des *séismes d'effondrement* locaux, c'est-à-dire à aire peu étendue, et, dans ce cas même, on ne peut nier que des causes d'ordre tectonique soient de nature à provoquer l'effondrement de cavités souterraines. Les difficultés d'interprétation sont déjà plus nombreuses si l'on considère les tremblements d'origine volcanique, qui sont, du reste, mieux caractérisés par l'expression de *séismes d'explosion*, provoqués par le choc du magma pâteux contre une paroi solide. Par là s'explique le fait de la plus grande intensité au début de l'éruption, et sa diminution lorsque la communication extérieure devient libre. Les données positives dont nous pouvons disposer se bornent à cette constatation, alors que la question principale consisterait à déterminer la cause des mouvements et épanchements de matières fluides qui provoquent ces tremblements de terre. Faut-il la rapporter à une dilatation du magma pâteux arrivé à une certaine phase de refroidissement, ou bien la chercher dans des phénomènes tectoniques dont l'effet serait de diminuer la capacité de la poche qui le contient? Il y a de fortes probabilités pour admettre que les deux causes agissent concurremment.

Venons-en aux tremblements de terre *tectoniques*. Nous savons, il est vrai, par expérience, que, en général, les régions dites régions à tremblements de terre sont liées, en premier lieu, aux régions[1] à plissements montagneux, surtout celles de date récente, et conséquemment à la direction des géosynclinaux; elles sont plus rarement liées aux bords des blocs de terrains coupés par des failles. On ne peut cependant pas toujours suivre jusqu'à son origine une fente ou une crevasse qui, résultant d'un déplacement subit, peut tout aussi bien être la conséquence d'un plissement que d'une rupture; elle peut aussi n'intéresser qu'une partie faible de l'écorce terrestre. Mais cette objection n'est pas d'une très grande valeur, car nos connaissances nous permettent d'admettre l'hypothèse qu'une dislocation qui se serait produite dans les profondeurs de la Terre ne s'étendrait pas sous forme de fente jusqu'à sa surface, parce que la roche compacte occupe un moindre volume qu'à l'état détritique. Les relevés géologiques et les travaux historiques faits en Calabre par W. H. Hobbs[2], peu de temps après la catastrophe sismique du 8 septembre 1905, semblent, en effet, confirmer l'opinion qu'il s'était formée précédemment déjà : c'est que les fentes sismiques, cachées sous la surface rocheuse de la Terre, peuvent être déterminées sûrement par l'orientation de la zone de perturbation. Les régions où les ébranlements sismiques sont les plus violents se trouveraient toujours, d'après ce qui a été dit, perpendiculairement au-dessus du point d'intersection des lignes sismotectoniques. Mais, si une crevasse sismique, même visible, est de telle nature qu'elle n'ait pas été produite par un décollement de matières détritiques sur des surfaces inclinées de roche compacte, ou par des tassements de terrains meubles produits par l'ébranlement sismique, mais qu'elle soit l'empreinte topographique d'une faille réelle, se continuant vers l'intérieur de la Terre, cette crevasse est-elle sûrement la cause d'un tremblement de terre? *Ou bien le tremblement de terre et la faille sont-ils peut-être des conséquences simultanées d'une seule et même cause provenant d'une origine plus profonde, et qui ne serait pas identique avec*

[1] R. Hoernes : Erdbeben-Studien. *Jahrbuch der K. K. Geologischen Reichsanstalt*, 1878, t. XXVIII, Band, 3. Heft.

[1] Voir l'ouvrage, jusqu'ici unique en son genre, de F. de Montessus de Ballore : Les Tremblements de terre. *Géographie séismologique*. Paris, 1906.

[2] W. H. Hobbs : On some Principles of Seismic Geology, ainsi que : The Geotectonic and geodynamic Aspects of Calabria and northeastern Sicily, vol. VIII, p. 219 ff., 293 ff. von *Gerlands Beiträgen zur Geophysik*.

celle de la formation des montagnes? En effet, Suess admet que les processus compliqués, tant tectoniques qu'orogéniques, ne s'étendent probablement que jusqu'à une profondeur relativement faible, de sorte qu'une distance verticale de 10 kilomètres pour le foyer sismique lui semble être une évaluation[1] trop élevée au point de vue géologique.

Déjà, en 1897, à l'occasion du XIIe Congrès des Géographes allemands à Iéna, G. Gerland s'est prononcé pour cette interprétation, avec de bonnes preuves à l'appui, et nombre de géophysiciens bien connus ont accepté cette manière de voir, en y apportant toutefois certaines modifications.

L'opinion de G. Gerland peut s'exprimer ainsi :

« Tous les phénomènes que nous remarquons lors d'un tremblement de terre sont les conséquences élastiques d'un choc violent, toujours localement limité (punctiforme), venant d'en bas, ou d'une succession de chocs semblables. Ces chocs sismiques ne se développent pas dans l'écorce terrestre; ils sont plutôt la conséquence de phénomènes dont l'origine est dans les profondeurs de la Terre. Mais y a-t-il dans ces profondeurs des sources de force assez puissantes pour produire de tels effets? Certainement. Les masses gazeuses de l'intérieur de la Terre, se trouvant sous une très forte pression, pénètrent continuellement dans l'écorce, en passant naturellement de l'état liquide à l'état solide. Mais *le passage de l'état gazeux à l'état liquide est souvent accompagné de violentes explosions*, telles que celles produites par la combinaison subite de l'hydrogène et de l'oxygène en eau. Il y a d'énormes quantités de vapeur d'eau dans l'intérieur de la Terre qui ne peuvent se former que dans la zone extérieure du milieu gazeux. Là, cette transformation se produit souvent en grande quantité, et avec une extrême violence. A cette occasion, je citerai aussi Zoeppritz, qui a également admis la formation d'explosions dans ces zones de transition. *Je voudrais rapporter la majeure partie des secousses sismiques à ces phénomènes et à d'autres qui leur ressemblent; il en existe probablement encore de bien divers, même si, quant à l'effet, ils sont les mêmes; c'est là sans doute qu'est la source principale de la force sismique.* Si ces forces sont plus particulièrement actives près des grandes lignes de rupture de l'écorce terrestre, ce n'est pas à cause des nombreux éboulements qui s'y produisent (Milne compte 8.331 tremblements de terre pour le Japon seul dans l'espace de huit ans), mais parce que, à cause de la pression qui se trouve amoindrie à l'endroit de cette rupture et à cause du refroidissement, les explosions, qui forcément ont lieu dans l'intérieur de la Terre, s'y produisent très facilement. Le sol est plus dense au fond de la mer que sur la terre ferme, parce qu'il se trouve sous une pression plus forte occasionnée par des masses d'eau superposées et sous une température moins élevée; là, les conditions tectoniques sont beaucoup moins variables, plus stables, plus égales que sur la terre ferme; si donc nous acceptons l'interprétation tectonique des tremblements de terre, nous ne devons pas nous attendre à voir se produire des perturbations sismiques au fond de la mer. Et cependant les tremblements de terre sous-marins sont très fréquents et très répandus. Mais, quoique très nombreux dans l'espace, ils sont très circonscrits, je dirais ponctuellement circonscrits, quant à leur étendue. D'autre part, le fond de la mer est plus près de l'intérieur de la Terre que la surface de la terre ferme; de plus, la masse compacte est un agent transmetteur plus rapide et plus sûr; il n'est donc pas étonnant que le nombre des tremblements de terre sous-marins soit si grand et qu'ils soient si répandus sur la surface de la Terre. »

III

Quoiqu'on n'en ait guère tenu compte, les expériences faites en ces dernières années par G. Tammann[1] sur les fusions appuient puissamment la manière de voir de Gerland. A. Johnsen[2] applique le résultat des expériences de Tammann au volcanisme et touche à peine les séismes. Ci-après, j'essaie de déduire des résultats obtenus par Tammann les plus importantes forces telluriques dans leurs effets divers; les résultats sismométriques obtenus dans ces derniers temps, et dont il a été question précédemment, me guideront dans ce travail. *Des expériences irréfutables sont la base de l'idée qui va être développée, et le résultat s'accorde avec beaucoup d'autres opinions bien fondées et précédemment émises, mais qui jusqu'ici sont restées isolées. La discussion ultérieure me semble par là reposer sur un fondement ferme et sûr, si même elle change peut-être un jour quelques détails de cette communication provisoire.*

Tammann a observé expérimentalement la rela-

[1] Depuis l'époque où Suess émettait cette opinion, les progrès de la Sismologie ont permis de déterminer ces profondeurs avec un degré de certitude telle que des « estimations » de ce genre ne sont plus guère de mise.

[1] G. Tammann : Kristallisieren und Schmelzen. Ein Beitrag zur Lehre der Aenderungen des Aggregatzustandes. (Voir surtout p. 481-484.) Leipzig, 1903.

Id. : Ueber die Aenderungen des Aggregatzustandes bei der Abkühlung eines Weltkorpers. 1er Bd., 2e Lieferung, S. 321-328 der *Verhandlungen der Permanenten Seismischen Kommission der Kaiserl. Akademie der Wissenschaften*. St. Petersburg, 1903.

[2] A. Johnsen : Tammann's Schmelzversuche und die modernen Vulkanhypothesen. *Naturwissenschaftliche Rundschau*. 1906. S. 185-187.

tion du point de fusion d'une série de substances cristallisées, de composition constante, avec la pression, pour des températures comprises entre — 80° et + 200°, et des pressions allant jusqu'à près de 10.000 atmosphères. Les résultats ont été traduits par des graphiques en fonction des deux variables. La courbe qui en résulte (voir figure 2), dite « *courbe de fusibilité* », montre une particularité extrêmement remarquable et inattendue.

Pour des substances qui fondent à des pressions peu élevées en augmentant de volume, le point de fusion augmentant avec la pression, cette courbe de fusibilité offre un point maximum M_1, à partir duquel, la pression augmentant, le point de fusion s'abaisse, ce qui revient à dire que l'augmentation de la pression, qui provoque un rebroussement de la température de fusion, est accompagnée de dilatations graduellement décroissantes. A la température maxima, la dilatation est nulle; elle passe à des valeurs négatives si la pression augmente encore. Il en résulte que le corps à l'état solide, pour ces pressions supérieures, aura un volume plus grand qu'à l'état liquide, donc un poids spécifique plus faible. Nous savons que cette particularité se présente, aux pressions ordinaires, pour certaines substances, telles que la glace et le bismuth. Les observations de Tammann font rentrer ces substances à dilatation anormale dans une règle générale, car il suffit de considérer que, pour les pressions ordinaires de notre atmosphère, leur point de fusion se trouve déjà sur la branche dégressive de la courbe de fusibilité. Par des conclusions analogues, Tammann a appliqué les expériences qu'il a faites sur les courbes de transformation, comme celles, par exemple, de deux espèces de glaces polymorphes, aux courbes de fusibilité, et il est arrivé au résultat que voici : Si l'on suit la branche dégressive d'une courbe de fusibilité jusqu'à des pressions plus élevées et des températures plus basses, la pression de fusion peut diminuer à une température qui diminue également à partir d'un point précis M_2. Par conséquent, le point de rebroussement M_2 n'est pas corrélatif d'un maximum de la température de fusion, mais d'un maximum de pression et, à partir de ce moment, le corps en fusion dégage de la chaleur.

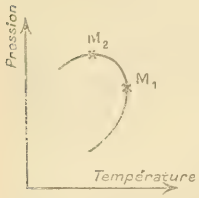


Fig. 2. — *Courbe de fusibilité avec les points de rebroussement* M_1 et M_2.

Considérons maintenant les faits qui se produisent lors du *refroidissement d'un corps en état de fusion*, tel que notre Terre, et, pour commencer, voyons ce qui a lieu dans le cas le plus simple, celui d'une masse chimiquement homogène en fusion. Parmi les différentes hypothèses pouvant être prises en considération, Tammann considère comme la plus vraisemblable celle qui admet qu'une égalisation de température constante et rapide est produite par les courants de convection. C'est alors que la solidification commence dans une zone moyenne, où la pression des couches en fusion qui la recouvrent correspond exactement à la pression afférente à la température de fusion maximum. Cette zone de cristallisation qui enveloppe la Terre à une faible profondeur s'étend vers la région des pressions inférieures, aussi bien que vers celle des pressions supérieures; vers l'extérieur, elle se propage plus vite, en provoquant une augmentation de volume, et, réciproquement, sa marche plus lente vers l'intérieur est accompagnée de contraction. D'ailleurs, des considérations purement mathématiques concernant ce même sujet ont amené, en 1894, H. Hergesell[1] à un résultat identique, c'est-à-dire que l'écorce terrestre se divise en deux enveloppes, en deux zones concentriques, dont la première, extérieure, est soumise à des tensions superficielles, tandis que l'autre, inférieure, est le siège de pressions élevées. Mais, ainsi que nous le savons, la matière ignée n'est pas homogène. A partir de la zone de cristallisation primaire, et dans les deux sens, elle fournit des produits de solidification différents entre eux. L'analyse de certaines masses pierreuses éruptives a prouvé que, dans une même région éruptive, les coulées volcaniques qui diffèrent momentanément accusent des différences chimiques et pétrographiques, de sorte que le magma basique se transforme graduellement en magma acide; car les éléments les moins solubles, les silicates basiques, se répandent, selon les lois de la pression osmotique, sur la surface qui se refroidit et ils s'y concentrent, tandis que, vers l'intérieur, l'acide silicique et les alcalis augmentent. Par des procédés analogues, il se forme, dans l'intérieur du globe terrestre, quantité d'enveloppes de cristallisation qui, extérieurement et intérieurement, s'attachent et s'engrènent, de façon à ce qu'il se forme entre elles des agglomérations de minéraux en fusion. A certains moments, la cristallisation, en augmentant de volume, fait éclater les segments sphériques déjà cristallisés, et la pression y fait monter une partie des liquides.

Appliquons maintenant cette manière de voir aux résultats des recherches faites de nos jours sur la vulcanologie et la sismologie.

[1] H. Hergesell : Die Abkühlung der Erde und die gebirgsbildenden Kräfte. *Gerland's Beiträge zur Geophysik*, IIer Bd., S. 158 ff.: Stuttgart, 1894.

D'après les sismogrammes obtenus, nous avons vu que l'*écorce terrestre superficielle possède très probablement jusqu'à 1/20 du rayon terrestre*, c'est-à-dire jusqu'à environ 320 kilomètres de profondeur, des propriétés très caractéristiques. Je voudrais considérer sa base comme la ceinture primaire de cristallisation et identifier la couche tout entière avec la *carapace* (*Panzerdecke*)[1] de Stübel, avec ses dépôts pierreux sédimentaires et métamorphiques, bien que Stübel s'en soit représenté la formation un peu différemment. A l'époque géologique actuelle, toute la couche est déjà cristalline, excepté certaines masses relativement peu nombreuses, *les foyers volcaniques périphériques*, qui, par suite de l'expansion du magma à certaines phases du refroidissement, peuvent devenir éruptives ; elles peuvent naturellement le devenir aussi par les effets de compression provoqués par le mouvement des blocs.

La partie inférieure de la carapace est probablement, comme on le verra plus tard, dans un état plastique. L'énergie sismique est produite par le frottement de masses rocheuses rugueuses ; les foyers sismiques les plus profonds représentent la limite supérieure de la zone de plasticité et la masse rocheuse rigide n'aura, en conséquence, pas moins de 200 kilomètres de profondeur. Cette constatation est de la plus grande importance quant à la conformation du globe terrestre.

La contraction de la carapace prédominait pendant que la cristallisation s'opérait. Je ne voudrais pas cependant, comme on le fait d'habitude, considérer cette contraction comme cause décisive de la *formation des montagnes*[2]. Je suis plutôt disposé à attribuer le rôle principal aux *explosions périodiques* de cristallisation, car l'augmentation de volume qui en est la conséquence doit forcément avoir produit des forces de translation très considérables, qui ont énergiquement refoulé les couches sédimentaires, les ont dépliées et les ont répandues au loin sur les terrains rigides restés libres et qui faisaient obstacle. Ainsi s'expliquent aussi les arcs extérieurs convexes des chaînes plissées, leur irruption dans les zones convexes intérieures et le débordement plus ou moins abondant du magma par les fissures. Comme preuve à l'appui de cette manière de voir, je citerai le fait bien connu que les plus nombreux plissements de montagne et les plus nombreuses éruptions volcaniques sont liés à des périodes géologiques très éloignées les unes des autres, l'époque carbonifère et l'époque tertiaire. Sous les vieux blocs de terre rigide qui n'ont plus subi de plissements depuis les époques les plus reculées et qui sont aussi absolument au repos sous le rapport sismique, la cristallisation devrait depuis longtemps s'être effectuée. Cela n'empêche pas que, dans des circonstances favorables, ces blocs s'affaissèrent par suite de la contraction et occasionnèrent les grandes *transgressions maritimes*, telles qu'elles se produisirent en grande quantité à l'époque crétacée surtout, et formèrent ainsi les grands *bassins des océans*. Il faut naturellement se demander pourquoi la formation des montagnes a été limitée à des zones étroites et allongées qui, dans le cours des époques géologiques, avancèrent peu à peu. Pour le moment, il serait sans doute impossible de répondre à cette question d'une façon satisfaisante.

C'est surtout à l'époque géologique actuelle qu'il ne saurait, en général, plus être question de contraction, parce que la carapace est probablement déjà cristalline, abstraction faite évidemment des foyers périphériques relativement peu nombreux. Cependant, le changement de l'état d'agrégation n'est pas encore terminé, parce que, par suite du refroidissement, beaucoup de matières subissent encore d'autres transformations en cristaux polymorphes[1]. Selon les circonstances, cette transformation s'opère *lentement*, et c'est d'elle que dépend alors le *phénomène de la formation des montagnes, ainsi que les soulèvements séculaires et, indirectement aussi, les affaissements du niveau terrestre* qui produisent des tensions avec des apparences de tremblements de terre. Ou bien la transformation se produit par un changement de pression *subit*, qui sera également ressenti sous forme de secousse sismique ; évidemment des dislocations en sont fréquemment la conséquence. *Les tremblements de terre de la première espèce, qui sont comme des conséquences immédiates du mouvement du sol occasionné par les phénomènes qui président à la formation des montagnes, sont donc de nature* « PUREMENT TECTONIQUE ».

Par contre, en ce qui concerne les tremblements de terre de la seconde espèce, résultant des processus intratelluriques de cristallisation, le dégagement de l'énergie sismique, c'est-à-dire le choc, est la cause première qui provoque un mouvement des blocs plus ou moins étendu. En conséquence, on pourrait, dans ce cas, parler de tremblements de terre « CRYPTOVOLCANIQUES

[1] A. Stübel : Ein Wort über den Sitz der vulkanischen Kräfte der Gegenwart. *Mitteilung aus dem Museum für Völkerkunde in Leipzig, Abteilung für Länderkunde.* Mit 1 Farbentafel. Leipzig, 1901.

[2] Je me rappelle à cette occasion que, au commencement de l'année 1903, A. Stübel insista dans une lettre qu'il m'adressa à cette époque, sur le fait que, selon lui, la cause de la formation des montagnes réside dans des transformations morphologiques des roches.

[1] On parle de cristaux polymorphes, lorsque deux ou plus de deux espèces de cristaux donnent des fusions iden-

IV

Si, malgré cela, je ne puis être de l'opinion de quelques savants en ce qui concerne les tremblements de terre « cryptovolcaniques », c'est que, dans la pratique, il serait, à vrai dire, impossible de faire entrer n'importe quel tremblement de terre dans cette catégorie.

Inutile de nous arrêter aux tremblements de terre d'explosion et d'effondrement dont la cause s'explique d'elle-même.

Pendant que je revoyais les épreuves de ma première étude[1] sur ce sujet, j'ai pu me procurer, grâce à l'amabilité de la K. K. Geologische Reichsanstalt de Vienne, deux ouvrages tout récents sur la formation des montagnes par O. Ampferer[2] et L. Waagen[3]. C'est avec la plus vive satisfaction que j'ai pu me convaincre que Ampferer, se basant sur des observations toutes géologiques, est arrivé à une conception absolument concordante en principe avec la mienne sur le mécanisme de la formation des montagnes. Par une voie nouvelle, que depuis une dizaine d'années il a incessamment suivie, Ampferer cherche à arriver à une nouvelle interprétation et à un nouveau critérium de la cause des plissements des montagnes. En se basant sur des recherches concernant la densité de la zone terrestre supérieure, il tient compte de la transmission des pressions latérales dans un cercle terrestre libre, et les résultats obtenus sont appliqués à l'écorce terrestre tout entière. Tandis que, dans ce cas, la zone des plissements est considérée comme un tout, un ensemble, le but de la seconde partie des recherches est de jeter un coup d'œil dans l'anatomie des diverses espèces de plissements.

Pour nous, le résultat le plus important se résume à peu près ainsi : Quoique, dans certains cas, les différentes hypothèses connues concernant la formation des montagnes ne puissent être rejetées, aucune d'elles ne peut toutefois être généralisée pour l'ensemble des phénomènes et appliquée indistinctement à tous les cas géologiques. On n'a jamais pu expliquer par des mouvements généraux la formation des montagnes. Les montagnes à plissements ne sont certainement pas le résultat de mouvements toujours identiques; un très grand nombre de mouvements fort divers sont, au contraire, en jeu : une alternance de mouvements tels que des soulèvements, des affaissements, des poussées, des glissements, des plissements, des fluctuations, des tiraillements et des pressions, des productions de magma et des effondrements. C'est une chose très importante que nous soyons arrivés à savoir que *les cordes à plissement de la Terre ne sont pas des zones de moindre importance, mais qu'elles doivent être considérées comme des bandes produites par des forces provenant d'elles-mêmes.* Comme, dans bien des cas, la *cause* de leur formation ne se trouve ni dans le milieu voisin, ni dans leur masse propre, il faut donc qu'*elle provienne de transformations indépendantes venant des profondeurs du sol, de changements, de transformations de nature physique et chimique.* Ces changements dans les profondeurs de la Terre occasionnent des mouvements qui se transmettent à la pellicule terrestre et provoquent à la surface des affaissements, des effondrements, des zones de plissements ou de superposition, des éruptions, des rehaussements ou des affaissements séculaires, selon leur développement momentané et selon les matériaux. De pareils mouvements se produisent surtout facilement parce que, à cause de la dilatation et de la condensation, le surplus ou la diminution dans la variation du volume se produit plus facilement verticalement par la concentration de l'effet cubique en effet linéaire, et se trouve ainsi fortement renforcé. Ce qui décide de l'*emplacement* d'une formation de montagne, c'est simplement le *caractère, la nature spéciale du sol souterrain*; les *matières* qui servent à cette formation ont une grande influence sur le *détail* de ces formations, sur l'*architecture*.

La *croûte planétaire rigide de Stübel*, dans laquelle la cristallisation est déjà arrivée jusqu'à 1/5 du rayon terrestre, c'est-à-dire à 1.500 kilomètres, est, selon moi, l'enveloppe sphérique, séparée de l'écorce solide de la Terre, qui se trouve sous la carapace. Cette enveloppe renferme également des agglomérations de magma, mais surtout, sinon exclusivement, dans ses parties inférieures. Comme, dans ce cas, le volume augmente par l'effet de la cristallisation, les enveloppes déjà cristallisées éclatent naturellement. Malgré cela, nous pouvons ressentir cet éclatement comme un choc sismique, parce que, vu la fusion et la température[1] de ces profondeurs, les matières cristallines restent à

---

tiques; du reste, presque toutes les matières cristallisent d'une façon polymorphe.

[1] A. Sieberg : Die Natur der Erdbeben und die moderne Seismologie. *Naturwissenschaftliche Wochenschrift*. Neue Folge. VI^er Band, n°s 50 und 51, 1907.

[2] O. Ampferer : Ueber das Bewegungsbild von Faltengebirgen. *Jahrbuch der K. K. Geolog. Reichsanstalt*, 1906, Bd. LVI, S. 539-622. Wien, 1906.

[3] L. Waagen : Wie entstehen Meeresbecken und Gebirge. *Verhandlungen der K. K. Geolog. Reichsanstalt*, 1907, S. 99-121. Wien, 1907. Dans cet ouvrage, la cause principale de la formation des montagnes est attribuée à l'affaissement des terres par opposition à la poussée tangentielle.

[1] Si nous prenons le poids moyen spécifique du manteau de pierre égal à 3, on trouve que des pressions de 100.000 et de 450.000 atmosphères correspondent respectivement à la limite supérieure et à la limite inférieure de la croûte planétaire rigide.

l'état de masses plastiques, de sorte qu'il ne saurait être question de déplacements et d'oscillations à courtes périodes. C'est pour le même motif qu'il faut rejeter la manière de voir de Johnsen, qui dit que de nouveaux aliments peuvent être amenés au foyer périphérique par suite de pareilles éruptions intratelluriques qui sont la conséquence d'explosions se produisant momentanément, car, dans ces masses plastiques, cohérentes, il ne peut exister de fentes et de cavités.

Viendrait alors, comme *noyau de la terre*, après une transition subite de conformation, un *foyer central* très volumineux et très chaud, d'un rayon égal aux 4/5 du rayon de la terre, en chiffres ronds. Ne nous occupons pas, pour le moment, de sa conformation.

V

M. le Professeur Tammann, de Göttingen, à qui j'ai communiqué ma manière de voir telle que je viens de la développer, a eu l'amabilité de m'exposer ses vues personnelles sur la *dynamique des tremblements de terre*, d'une façon plus détaillée que cela n'avait été fait jusqu'ici, et je lui en exprime ici même tous mes remerciements. C'est avec sa permission que je les rends textuellement :

« Les points de départ des ébranlements que l'on a observés ne sont pas à plus de 200 kilomètres de profondeur; tout est probablement cristallin dans ces profondeurs, excepté quelques amas volcaniques, dont une partie sous forme de cristallisation absolument stable, l'autre partie en des amas ou agglomérations qui ne sont peut-être pas très étendus, sous forme de cristallisation pas absolument stable.

« 1° Ces formes, quoique n'étant *pas absolument stables*, peuvent se trouver dans un état de cristallisation stable à une température au-dessous de celle de leur diagramme de transformation, sans qu'il soit nécessaire qu'une transformation se produise. Cette transformation ne commence jamais à se produire sur tous les points à la fois, mais toujours sur un petit nombre de points isolés, souvent sur un seul point. A partir de là, elle peut alors s'étendre très rapidement.

« On ne sait pas comment cette rapidité, qui, dans certains cas, a pu être mesurée, change avec la pression; elle pourrait bien augmenter avec une augmentation de pression.

« *La conséquence d'une transformation subite sera toujours un choc*, produit de la transformation subite et rapide occasionnée soit par la dislocation, soit par la condensation. Car, sous les hautes pressions, les matières deviennent plus plastiques, même à l'état cristallin, ainsi que j'ai pu le constater en mesurant la vitesse d'épanchement. A 1.000° et sous quelques 10.000 atmosphères, aucune matière ne peut renfermer de creux, même pendant un seul instant.

« Lors de la transformation spontanée d'espèces cristallines instables, un choc se fait sentir quand elles sont sous de fortes pressions. Par l'expérience suivante, on pourra voir *quelles forces puissantes entrent en jeu pour produire ces chocs*. Ayant réduit du phénol, à la température de 30°, en sa variété cristalline dense, par une pression de 3.000 atmosphères, celle-ci fut ramenée à 600 kilogs par centimètre carré, ce qui provoqua la transformation instantanée de cette variété dense en l'autre moins dense. L'aiguille du manomètre bondit à 1.800 kilogs par centimètre carré, qui représente la tension d'équilibre, pour la température de 30°, entre les deux variétés cristallines. Le cylindre d'acier qui contenait le phénol (environ 40 centimètres cubes) manifesta une trépidation si intense que je n'ai plus osé réitérer l'expérience dans ces conditions : c'est-à-dire que j'opérai par la suite en ne laissant tomber la pression que de 2 à 300 atmosphères au-dessous de la pression d'équilibre pour provoquer la transformation de la variété cristalline dense; elle se produit alors plus lentement. *On voit qu'il est possible de produire des phénomènes tout analogues à un tremblement de terre par des transformations moléculaires spontanées.*

« En *opposition* avec cette interprétation attribuant certains tremblements de terre à des transformations spontanées, on pourrait dire que des espèces cristallines instables n'ont pu se maintenir dans cet état pendant des périodes géologiques entières. Mais les expériences qui ont été faites écartent cette objection, car la gadolinite, l'aragonite, le diamant, le spodumène, etc., ne sont pas des cristallisations instables qui prennent une forme plus stable au contact de la chaleur, et cependant des formes instables se maintiennent à une pression ordinaire pendant de longues périodes.

« 2° Les espèces cristallines à *stabilité absolue* peuvent perdre cette stabilité lorsque la température ou la pression à laquelle elles sont soumises viennent à changer. Si donc une masse cristalline en état d'équilibre stable vient à être placée dans un milieu où cet équilibre n'est plus stable, la formation de la variété cristalline afférente aux conditions de ce milieu pourra être accompagnée d'une absorption de chaleur, mais ce n'est pas nécessaire. Dans le premier cas, les conséquences de la transformation seront celles qui viennent d'être décrites. Mais, dans le second cas, les conséquences seront un peu différentes. Pour commencer, le début de la transformation ne sera pas marqué par quelques chocs très violents, mais *des ébranlements se feront sentir à de courts intervalles*, selon les change-

ments du volume et de la tension. Lors de la transformation, l'augmentation de volume pour une unité de temps ne dépend que de l'afflux de chaleur. En ce qui concerne leur état, les deux formes de cristallisation se trouvent sur le même point de la courbe d'équilibre. La présence ou l'absence de la chaleur occasionne des changements de volume, de pression, de température, d'où le système passe à un autre point de la courbe d'équilibre. Cela amène, en général, de nouveau des différences de volume de la masse cristalline.

« *De violents tremblements de terre isolés, venant de grandes profondeurs, sont donc une conséquence de transformations spontanées.*

« *Mais de faibles ébranlements plus fréquents, de plus grande étendue et qui se répètent fréquemment à de longs intervalles doivent être attribués à des transformations de matières se trouvant à l'état de la courbe d'équilibre.* »

Reste encore à savoir si les matières dont la Terre, selon toute probabilité, est composée jusqu'à une profondeur de 200 kilomètres ont des courbes de transformation qui séparent les compartiments de différentes formes cristallines. Le quartz a, pour commencer, un point de transformation à environ 650° sous une pression de 0 atmosphère, et dans cet état il se contracte très sensiblement par le refroidissement. De pareils points de transformation existent pour des silicates très répandus, pour la leucite et surtout pour de nombreux silicates basiques. De plus, il s'en présente fréquemment parmi les sulfures; le fer, le nickel et le cobalt ont aussi de ces courbes de transformation.

VI

Ce que nous venons d'exposer des discussions et des expériences faites jusqu'ici confirme entièrement la justesse de la manière de voir de Gerland concernant les causes des tremblements de terre; les détails seuls diffèrent, par suite du développement incessant de la science, dont le domaine s'étend de plus en plus et nous ouvre des perspectives dont on n'avait aucune idée. Par une juste appréciation des circonstances, il suffirait, comme Tammann le fait remarquer, de rattacher uniquement à la transformation de l'état de cristallisation l'hypothèse de Gerland qui met en rapport les phénomènes sismiques, et aussi, en partie, les phénomènes tectoniques, avec des *changements de l'état d'agrégation.*

Une autre circonstance essentielle devra encore être prise en considération. Comme chacun le sait, les observations astronomiques ont prouvé que la latitude géographique d'un lieu n'est pas, comme on pourrait s'y attendre, absolument invariable, mais qu'elle varie périodiquement, dans le cours des temps, d'une valeur moyenne en plus ou en moins. L'axe de la Terre subit un déplacement dans l'intérieur de notre globe, de sorte que le pôle se déplace dans un cercle de 0,3″ du rayon terrestre, ce qui correspond, en mesure de longueur, à un rayon de 9 mètres. J. Milne et A. Cancani ont prouvé statistiquement que le nombre des grands tremblements de terre mondiaux augmente et diminue avec les *déplacements du pôle*, et que le plus grand nombre de tremblements de terre a eu lieu pendant les périodes où ces changements de direction se sont produits. Tandis que tous deux, ainsi que S. Kublin, sont d'avis que l'étendue des variations des latitudes et surtout les changements subits de direction exercent une influence immédiate sur l'activité sismique, R. von Kœveslighethy[1] s'est prononcé récemment dans un sens tout opposé. Selon lui, le déplacement des pôles provient de la superposition de deux mouvements. Un mouvement, provoqué par des déplacements de masse, est superposé à la rotation épicycloïdale normale, dont la période varie de 305 à 427 jours, en conséquence du mouvement eulérien. D'après ses calculs, le travail des 198 grands tremblements de terre de 1895-1902 est, en moyenne, tel qu'il pourrait élever de 1mm,2 au-dessus de la surface du globe une masse de terre de la grandeur de la sphère terrestre. Je crois qu'on ne se trompera probablement pas en identifiant ces déplacements de masse avec les transformations spontanées de l'état cristallin.

Mais, malgré tout ce qui a déjà été dit à ce sujet, les causes concernant l'origine des tremblements de terre ne sont pas encore épuisées.

Une constatation très importante fut faite lors de la catastrophe du 16 août 1906. Les observations faites à l'aide des appareils sismiques ont démontré (circonstance sur laquelle F. Linke, de l'Observatoire de Samoa, a été le premier à attirer notre attention) que les ondes préliminaires produites par un tremblement de terre sous-marin dans la fosse des îles Aléoutiennes, en arrivant à Valparaiso, y causèrent une grande tension sismique. De plus, E. Oddone[2] a pu démontrer, en étudiant les tremblements de terre des Balkans du 4 avril 1904, si étendus dans l'espace et dans le temps, et en étudiant aussi nombre d'autres tremblements de terre, que celles des ondes préliminaires qui ont traversé le diamètre de la terre, en revenant trente-quatre minutes plus tard à l'épicentre, y provoquèrent des tremblements de terre prémonitoires.

[1] R. von Kövesligethy : Ueber die Energie grosser Erdbeben. Jahrg. 3, S. 196 ff. der Zeitschrift *Die Erdbebenwarte*; Laibach, 1906.

[2] Seismogramme des nordpazifischen und südamerikanischen Erdbebens am 16. August 1906. 140 Tafeln f.

Une faible impulsion peut déjà suffire pour produire de fortes tensions et le tremblement de terre ainsi causé peut dépasser de beaucoup celui qui a été la cause première du second.

Il est encore possible qu'un déplacement subit de blocs, provoquant un tremblement de terre, provienne d'une *cause extérieure*.

Considérons d'abord le *transport en masse* d'un bloc sur le bord d'un bloc voisin *par suite de dénudation*, manière de voir adoptée surtout par les géologues de l'Inde. Car, là où l'érosion agit, le bloc, par suite de l'amoindrissement de la pression, s'élève, et des masses pierreuses plus chaudes, moins denses, parce qu'elles sont imbibées d'eau vierge, sont poussées hors des profondeurs. Par contre, les régions où se produit la sédimentation s'enfoncent tous les jours davantage sous le poids qui augmente, et des couches froides, pauvres en eau, et conséquemment plus denses, arrivent à des niveaux plus bas. La conséquence de ces faits n'est pas, comme on pourrait s'y attendre, une égalisation des différences de niveau occasionnées par la dénudation, mais un accroissement, jusqu'à ce que des effets contraires, et d'un autre genre, mettent un terme à cet état d'instabilité (E. Wiechert). En général, l'activité sismique est d'autant plus grande que les différences de niveau sont plus étendues pour de petites distances horizontales, fait prouvé par l'expérience et tout à fait d'accord avec ce qui vient d'être dit, et sur lequel J. Milne et F. von Richthofen ont été les premiers à attirer l'attention.

Toute la côte occidentale de l'Amérique du Sud, d'une si grande activité sismique, en est un exemple convaincant. D'un côté, le bord abrupt du bassin du Pacifique, marqué par de profonds fossés; de l'autre côté, les hauts plateaux des Andes, de date tout à fait récente, suivant l'opinion actuelle des géologues, de sorte que les extrêmes des différences de niveau sont de plus de 11 kilomètres à Valparaiso et même de plus de 14 kilomètres à Taltal. Les pentes abruptes de la région épicentrale du tremblement de terre du 4 avril 1905 de l'Inde septentrionale sont également dignes d'attention. Les deux zones de l'ébranlement le plus violent, dans la vallée de Kangra d'un côté, et à Dehra Dun de l'autre côté, coïncident avec deux baies des vieilles masses rocheuses de l'Himalaya qui sont remplies de matériaux provenant de l'époque tertiaire et dont les lignes régulières suivent les contours des masses rocheuses plus anciennes; là, la différence d'élévation de la vallée de Kangra (1.170 mètres) au sommet de Dhauladhar (5.330 mètres) s'élève, pour une distance horizontale d'à peu près 10 kilomètres, à 4 kilom. 2.

Je partage[1] aussi la manière de voir de E. Suess, de T. Ch. Thomassen, et d'autres, contestée toutefois par F. de Montessus de Ballore, que *les conditions de la pression atmosphérique* pourraient être en connexion avec les causes concernant l'origine des tremblements de terre. Ce ne serait toutefois pas la pression atmosphérique locale, haute ou basse, qui donnerait l'impulsion, mais l'importance du gradient, surtout à l'épicentre et dans son voisinage. Les tensions *peuvent* donc venir à se rompre et un tremblement de terre se produire lorsque, des deux côtés d'une ligne de de rupture tectonique, la différence de la pression atmosphérique atteint un degré important, quoique d'innombrables ondes de pression atmosphérique s'étendent peut-être depuis des années au-dessus d'une région d'ébranlement géologique d'une forte activité sismique sans troubler la position d'équilibre des blocs, et, dans d'autres cas, les forces internes de la terre peuvent agir toutes seules, sans le concours des variations de la pression atmosphérique.

Les objections théoriques de de Montessus contre l'adoption d'effets réciproques de ce genre ne sont pas admissibles, vu qu'elles sont dirigées contre des suppositions qui n'ont pas été émises. De Montessus ne tient pas compte du fait que les variations de la pression atmosphérique ne sont que l'étincelle dans la poudrière, provoquant par la pression le dégagement de l'énergie accumulée entre les blocs. Cependant ces variations ne sont pas, comme il le croit, la source de cette énergie; de sorte que la violence du tremblement de terre serait déterminée par la grandeur du gradient barométrique. Disons toutefois que l'insuffisance des matériaux dont nous disposons, concernant les observations faites jusqu'ici, ne nous permet pas de nous prononcer d'une manière certaine sur l'effet réel de cette influence atmosphérique, et la question devra rester pendante.

VII

En somme, et tout bien considéré, il est certain que les tremblements de terre tectoniques ne forment pas de phénomènes d'ensemble et que, pour l'explication des causes qui les provoquent, il ne suffit pas de s'en tenir aux circonstances géologiques, car celles-ci ne sont pas suffisantes. La physique et la chimie du globe terrestre auront aussi à dire un mot important, sinon le mot décisif.

L'exposé que nous venons de faire doit avoir suffisamment prouvé que l'emploi d'instruments sismiques convenables est appelé à ouvrir de nou-

[1] A. Sieberg : Erdbeben und Witterung. Eine Studie über tellurische Dynamik. Jahrg. 22, S. 1 ff. der Monatsschrift *Das Wetter*; Berlin. 1905.

velles voies aux recherches à faire dans le domaine de la Géophysique. Il est impossible de prévoir jusqu'où cette voie nous mènera, car chaque perfectionnement et chaque transformation du spectromètre pour l'intérieur de la terre nous ouvrira de nouvelles perspectives.

A. Sieberg,
Secrétaire technique de la Station impériale de Sismologie à Strasbourg.

REVUE ANNUELLE DE CHIMIE PHYSIOLOGIQUE

PREMIÈRE PARTIE : LES PRINCIPES IMMÉDIATS ORGANIQUES

I. — Les matières protéiques.

L'étude des produits d'hydrolyse des matières protéiques a été continuée activement.

§ 1. — Les méthodes.

En ce qui concerne d'abord les méthodes, il convient de signaler le sérieux progrès réalisé par Hugounenq[1], grâce à la substitution de l'acide fluorhydrique à 20 ou 25 °/₀ aux acides sulfurique ou chlorhydrique. Avec ce réactif, que l'on emploie à la température du bain-marie bouillant et dans une marmite en plomb, l'hydrolyse est plus complète; elle n'est pas accompagnée du dégagement considérable d'ammoniaque et de la production de corps goudronneux et humiques, indices de l'action destructive, inévitable avec les autres acides. Elle ne détruit pas les acides monoaminés et diaminés, qui sont plus faciles à obtenir purs; elle respecte mieux les hydrates de carbone, et, avec les nucléoprotéides, elle ménage aussi les bases puriques, guanine et adénine, qui ne sont plus oxydées ou détruites, comme il arrive avec l'acide sulfurique.

Quant aux méthodes de séparation des produits d'hydrolyse, le lecteur pourra se reporter, pour ce qui regarde les acides monoaminés, à l'ouvrage d'ensemble de E. Fischer; pour les acides diaminés, au travail de Hugounenq; pour la séparation de l'histidine, de divers corps normaux (en $C^{11}H^{16}Az^{3}O^{4}$ et $C^{9}H^{19}Az^{2}O^{6}.2HCl$), de divers polypeptides produits par l'hydrolyse barytique à 100° de l'albumine de l'œuf, aux Mémoires de Hugounenq, Morel et Galimard, pour la détermination du tryptophane, à celui de Levenne et Rouiller; enfin, pour d'autres problèmes de technique, aux travaux de Levenne et Beatty et de Levenne et Alsberg, et pour les conditions générales de l'hydrolyse au Mémoire de Etard et Villa[2].

§ 2. — Les protéiques étudiés.

Parmi les matières protéiques animales, les nouvelles recherches d'hydrolyse ont porté sur la caséine et les autres protéiques du lait, la fibrine, les protéiques de l'œuf de poule, à savoir : l'albumine du blanc, la vitelline et l'hématogène du jaune et la substance de la membrane coquillière, sur la clupéovine de l'œuf de hareng, la membrane de l'œuf de *Seyllium stellare*, sur la syntonine de la viande de bœuf, la gélatine, les protamines et les histones, l'oxyhémoglobine et la sérumalbumine, diverses kératines (de *Testudo graeca*, de la corne, de la laine), l'ichtilépidine de poisson, le byssus, la fibroïne, divers tissus animaux, les peptones, les kyrines, un grand nombre de protéiques végétaux (légumine, gluten, albumine cristallisée de semences de courges, gliadine, phaséoline, excelsine, hordéine, avénine, glycinine de *Soja hispida*, globuline de *Cucurbita maxima*, édestine, amandine, protéiques du maïs). Notons que la plupart de ces recherches sont dues à l'école d'Emile Fischer et d'Abderhalden, à Hugounenq et à ses collaborateurs Morel et Galimard, et aux chimistes américains Osborne et Clapp[1].

Les résultats fournis par ces travaux ne donnent encore qu'une idée grossièrement approchée de la constitution des nombreux protéiques du monde animal et végétal; mais ils n'en sont pas moins très intéressants, non seulement au point de vue de la biologie de chaque espèce, mais aussi en tant que premiers fondements d'une *Chimie biologique comparée*. On doit admettre, en effet, comme l'a si bien dit A. Gautier, que tout le fonctionnement de la vie n'est que la conséquence lointaine des fonctions chimiques des molécules qui constituent chaque cellule, donc, en premier lieu, des molécules pro-

[1] Hugounenq : *C. R.*, 15 juin 1908.

[2] E. Fischer : *Untersuchungen über Aminosäuren, Polypeptide und Proteine* (1889-1906), Berlin, 1906. — Hugounenq : *Journ. de Physiol. et de Pathol. gén.*, t. VIII, p. 209, 1906. — Hugounenq et Galimard : *C. R.*, 23 juillet 1906. — Hugounenq et Morel : *Ibid.*, 18 juin 1906. — Levenne et Rouiller : *Journ. of biolog. Chem.*, t. II, p. 481, 1907. — Levenne et Beatty : *Biochem. Zeitschr.*, t. IV, p. 299, et p. 305, 1907. — Levenne et Alsberg : *Ibid.*, p. 312, 1907. — Etard et Villa : *C. R.*, 9 décembre 1907.

[1] Il serait trop long de citer ici les 35 à 40 Mémoires se rapportant à ces recherches. La plupart des travaux allemands ont paru dans la *Zeitsch. f. physiol. Chem.*, ceux de Hugounenq dans les *Comptes rendus*, ceux des Américains dans l'*Am. Journ. of Physiology*.

téiques, qui sont les constituants cellulaires par excellence. Il résulte nécessairement de là que les aspects caractéristiques que prend chaque fois la vie, quand on passe d'une espèce à une autre, sont liés à quelque changement dans la structure chimique de ces constituants. C'est ce que A. Gautier a d'ailleurs démontré directement, notamment par ses recherches sur les variations de l'espèce *Vitis vitifera*[1].

C'est donc dans la nature chimique différente des constituants cellulaires que réside la cause profonde des différences biologiques exprimées et résumées par les naturalistes dans la notion d'espèce; mais cette biochimie comparée, dont les premières recherches de Gautier ont fait ressortir il y a plus de vingt ans la portée scientifique considérable, cette anatomie chimique comparée est à peine ébauchée. Et cependant, quand on réfléchit à tout le secours que la morphologie comparée a apporté à la connaissance des êtres vivants, au vaste édifice scientifique que cette étude des formes a permis de construire, bien qu'elle ne puisse jamais saisir que le contour extérieur des choses de la vie cellulaire, on demeure convaincu que la Chimie biologique comparée, qui descend jusqu'aux molécules constitutives des protoplasmes, c'est-à-dire jusqu'au niveau où se passent les phénomènes élémentaires de la vie, révélera dans le monde des êtres organisés des affinités et fera apparaître des différences qui échappent nécessairement à la morphologie.

§ 3. — Les produits d'hydrolyse.

La liste des produits d'hydrolyse des protéiques ne s'est guère allongée depuis quelques années; il semble bien, comme le dit E. Fischer, que les fragments les plus importants de la molécule de ces corps nous sont aujourd'hui connus, et que, pour les plus simples d'entre eux, les protamines, on peut affirmer que l'on a en main la totalité des pierres de l'édifice. Voici la liste de ces produits, telle que l'arrête aujourd'hui E. Fischer[2] :

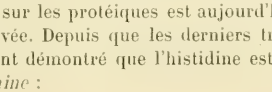
Glycocolle, *alanine*, *valine*, *leucine*, *isoleucine*, *phénylalanine*, *sérine*, *tyrosine*, *acides aspartique* et *glutamique*, *proline*, *oxyproline*, *ornithine*, *lysine*, *arginine*, *histidine*, *tryptophane*, *acide diamino-trioxydodécanique*, *cystine*.

En ne comptant pas l'ornithine, qui doit être confondue avec l'arginine dont elle est un fragment, on voit que ces corps sont au nombre de 18. D'autres produits d'hydrolyse ont été signalés encore, notamment un *acide caséanique* et un *acide gélatinique*, respectivement obtenus par Skraup dans le dédoublement de la caséine et de la gélatine, un acide *oxydiamino-sébacique*, extrait par Wohlgemuth d'un nucléoprotéide du foie, une *pseudo-histidine* $C^4H^8Az^2O^2$ et des *pseudo-lysines* trouvées par Hugounenq et Morel parmi les produits d'hydrolyse de la pepsine. Mais tous ces corps ne sont pas encore définis avec la précision désirable. Quelques-uns d'entre eux sont peut-être des mélanges ou des acides aminés déjà connus, comme les acides diamino-adipique et diamino-glutarique, dont le premier s'est trouvé être de l'alanine et le second un mélange d'alanine et de glycocolle[1]. E. Fischer a rencontré aussi un *acide aminobutyrique*, et il soupçonne parmi ces produits d'hydrolyse l'existence d'un *acide amino-oxypropionique*[2].

Enfin, nous devons signaler ici un intéressant travail de Hugounenq et Morel[3], qui rétablit la concordance entre les classiques résultats de Schutzenberger sur l'hydrolyse barytique des protéiques et les données fournies par les travaux plus modernes sur l'hydrolyse acide. On sait que Schutzenberger avait obtenu, à côté d'un certain nombre d'acides aminés bien définis, des corps azotés qu'il avait classés en *leucines*, *leucéines*, *glucoprotéines* et *corps vitreux amorphe*. Or, Hugounenq et Morel ont établi que les leucines, leucéines et glucoprotéines sont des mélanges d'acides aminés divers : leucine, tyrosine, alanine, phénylalanine, proline, acides glutamique et aspartique, et que le corps vitreux amorphe est un mélange de polypeptides.

§ 4. — Constitution des produits d'hydrolyse.

Il ne suffit pas d'isoler ces produits; il faut encore en établir la constitution. Cette partie de l'enquête sur les protéiques est aujourd'hui à peu près achevée. Depuis que les derniers travaux de Knoop[4] ont démontré que l'histidine est la β-*imidazol-alanine* :



il n'y a plus, dans la liste ci-dessus, que l'acide

[1] Voy., dans la *Revue* du 15 décembre 1901, l'étude de A. Gautier sur *les mécanismes moléculaires de la variation des races et des espèces*.

[2] E. Fischer : *Sitzungsber. d. k. p. Akad. d. Wissensch.*, Berlin, 24 janvier 1907.

[1] Skraup : *Zeitschr. physiol. Chem.*, t. XLII, p. 274; *Monatsch. f. Chem.*, t. XXV, p. 633, et t. XXVI, p. 243. — *Acad. des Sciences de Vienne ; Sciences math. et nat.*, 6 avril 1905. — Wohlgemuth : *Zeitschr. physiol. Chem.*, t. XLIV, p. 530. — Hugounenq et Morel : *C. R.*, 20 juillet 1905.

[2] E. Fischer et A. Skita : *Zeitschr. f. physiol. Chem.*, t. XXXIII, p. 177, et t. XXXV, p. 70. — E. Fischer : *D. chem. G.*, 1906.

[3] Hugounenq et Morel : *C. R.*, 18 juin 1906.

[4] Knoop : *Beitr. chem. Physiol. u. Pathol.*, t. X, p. 111, 1907.

trioxyamino-dodécanique dont la structure chimique reste à établir.

Cependant le problème de la constitution de tous ces produits ne peut être considéré comme entièrement résolu que par la synthèse de ces corps. Celle-ci a été réalisée pour la plupart d'entre ces composés, et notamment, dans ces dernières années, pour le tryptophane[1], l'isoleucine[2] et la proline[3]. Mais on sait que l'on n'obtient ainsi que des corps racémiques, tandis que tous les acides aminés sortis des protéiques, à l'exception du glycocolle, sont actifs. On s'est donc appliqué à dédoubler ces racémiques en leurs antipodes optiques, et ici E. Fischer[4] s'est servi avec succès de la méthode des dérivés acylés et de leurs sels d'alcaloïdes. Signalons aussi la méthode biologique de F. Ehrlich[5] (emploi de la levure de bière), que complète si heureusement la méthode de renversement de Walden, préconisée par E. Fischer[6].

Voici, d'après E. Fischer[7], la liste des produits d'hydrolyse aujourd'hui reproduits par synthèse, les racémiques étant marqués *dl* et les actifs, identiques aux produits naturels, étant marqués *d* ou *l* :

Alanine (*dl*, A. Strecker, 1850 ; *d*, E. Fischer, 1899) ; *Valine* (*dl*, Fittig et Clark, 1866 ; *d*, E. Fischer, 1906) ; *Leucine* (*dl*, Limpricht, 1855, et E. Schulze et Likiernik, 1885 ; *l*, E. Fischer, 1900) ; *Isoleucine* (*dl*, Bouveault et Locquin, 1904 ; *d*, Locquin, 1907) ; *Phénylalanine* (*dl*, Erlenmeyer et Lipp, 1883 ; *l*, E. Fischer et Schöller, 1907) ; *Sérine* (*dl*, É. Fischer et Leuchs, 1902 ; *l*, E. Fischer et Jacobs, 1906) ; *Tyrosine* (*dl*, Erlenmeyer et Lipp, 1883 ; *l*, E. Fischer, 1900) ; *Acide aspartique* (*dl*, Dessaignes, 1850 ; *l*, Piutti, 1887) ; *Acide glutamique* (*dl*, L. Wolff, 1890 ; *d*, E. Fischer, 1899) ; *Proline* (*dl*, R. Willstätter, 1900) ; *Ornithine* (*dl*, E. Fischer, 1900 ; *d*, Sörensen, 1905) ; *Arginine* (*active* ; synthèse partielle à partir de l'ornithine, E. Schulze et Winterstein, 1899) ; *Lysine* (*dl*, E. Fischer et Weigert, 1902) ; *Tryptophane* (*dl*, A. Ellinger et Flamand, 1907) ; *Cystine* (*dl*, Erlenmeyer jun., 1903).

La possession de ces formes actives a permis la préparation de polypeptides à constituants actifs, analogues ou identiques aux polypeptides naturels, et dont l'étude systématique promet des résultats intéressants dans de multiples directions. (Voy. plus loin.)

La connaissance complète de la structure de tous ces fragments, qui semble au premier abord n'avoir d'intérêt qu'au point de vue de la Chimie pure, a une importance biologique de premier ordre, et ce n'est pas sans raison que E. Fischer a insisté encore tout récemment sur ce point. C'est parce que la constitution du tryptophane est parfaitement connue que l'on voit clair aujourd'hui dans le phénomène de la production du scatol et de l'indol dans l'intestin, et dans celui de l'apparition de substances indigogènes dans l'urine ; ce sont les relations chimiques de la cystine avec la taurine qui ont expliqué la production de celle-ci aux dépens de celle-là dans l'organisme ; c'est parce que l'on sait que l'ornithine et la lysine sont des acides carbonés de la tétra- et de la pentaméthylène-diamine que la production de ces deux diamines dans certains cas pathologiques a pu être clairement interprétée et qu'elle est apparue comme un cas particulier de cette formation anaérobie de produits de réduction, établie longtemps avant par les travaux de A. Gautier[1]. C'est la constitution de la valine, de la leucine et de l'isoleucine qui explique aussi la production des alcools isobutylique, isoamylique (alcool amylique inactif) et amylique actif (c'est-à-dire d'une fraction importante de l'huile de fusel), composés qui, au cours de la fermentation alcoolique, sortent respectivement de la valine, de la leucine et de l'isoleucine. (Voy. plus loin.)

Tout indique, enfin, que les acides aminés ne naissent pas seulement de l'hydrolyse des protéiques *in vitro*, mais aussi qu'ils représentent les fragments fournis par la régression de ces matériaux dans l'organisme. Tout le problème des produits intermédiaires de la désassimilation normale et pathologique est donc lié à l'histoire chimique de ces fragments.

Notons aussi l'intérêt que présente l'étude de ces acides aminés au point de vue de la *biologie des organismes inférieurs*. Déjà, en 1902, Czapek et Emmerling ont démontré l'aptitude que possède le groupement aminé de ces corps à servir d'aliment azoté, notamment à l'*Aspergillus niger*, et Galimard, Lacomme et Morel ont étendu cette démonstration à toute une série de microbes (bacille pyocyanique, *B. prodigiosus*, coli-bacille, pneumobacille de Friedländer, etc.), qu'ils ont réussi à cultiver dans des milieux ne contenant d'autre aliment azoté que des acides aminés (glycocolle, leucine, alanine, tyrosine, etc.). Ces expé-

[1] A. Ellinger et Ch. Flamand : *Zeitschr. f. physiol. Ch.*, t. LV, p. 8, 1908.

[2] Bouveault et Locquin : *Bull. Soc. Chim.* (3), t. XXXI, p. 1182, 1904. — Locquin : *Ibid.* (4), t. Ier, p. 595, 1907. — F. Ehrlich : *D. chem. G.*, t. XLI, p. 1453. — Brasch et Friedmann : *Beitr. z. chem. Physiol. u. Pathol.*, t. X, p. 376. —

[3] Sorensen et Andersen : *Zeitschr. f. physiol. Ch.*, t. LVI, p. 236.

[4] Cf. E. Fischer : *D. chem. G.*, t. XXXIII, p. 2371.

[5] F. Ehrlich : *Biochem. Zeitschr.*, t. Ier, p. 8, 1906, et t. VIII, p. 438, 1908.

[6] E. Fischer : *D. chem. G.*, t. XL, p. 489, 1906, et t. XLI, p. 889, 1908.

[7] E. Fischer : Organische Synthese und Biologie (*Conférence de la Soc. chim. de Londres*, Berlin, 1908, p. 18).

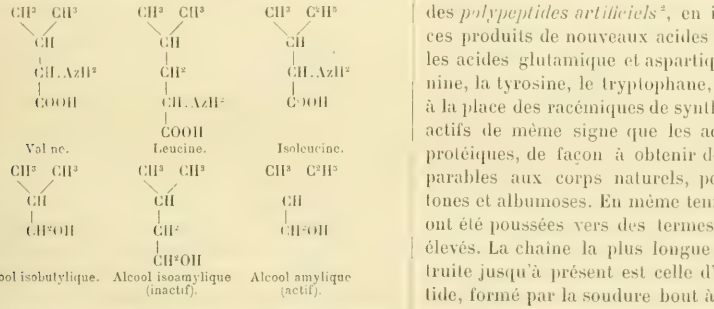
[1] Voy. la *Revue* du 15 mars 1905, p. 192.

riences constituent, avec celles d'Arnaud et Charrin sur le bacille pyocyanique, la première tentative heureuse faite en vue de cultiver les microbes en milieux chimiquement définis, sans albumine[1].

La *façon* dont les organismes inférieurs traitent ces acides aminés est aussi très intéressante. F. Ehrlich, dont on a cité plus haut les recherches sur le dédoublement des acides aminés racémiques à l'aide de la levure, a montré que, si l'on met de la levure de bière bien développée en présence de solutions sucrées additionnées de valine, de leucine ou d'isoleucine, la levure utilise ces acides aminés comme aliment azoté, les dédouble par un double procès de décarboxylation et de désamination :

$$R.CH.AzH^2.CO^2H + H^2O = CO^2 + AzH^3 + R.CH^2OH,$$

et les transforme respectivement en alcools isobutylique, iso-amylique (inactif) et amylique actif :



Cette réaction paraît être un procès biologique très général, car, par la même méthode, l'auteur a pu transformer la *tyrosine* en *alcool p-oxyphényléthylique*, la *phénylalanine* en *alcool phényléthylique*, l'*acide phénylamino-acétique* en *alcool benzylique*. Enfin, ces résultats ne sont pas moins intéressants au point de vue pratique. Ils montrent que les principaux constituants de l'huile de fusel sortent, non du sucre, mais des aliments azotés de la levure. Par là, on a été conduit, en donnant à la levure des aliments azotés autres que les acides aminés, par exemple du sulfate d'ammoniaque, à faire reculer la proportion d'huile de fusel, résultat sur l'intérêt industriel duquel il est inutile d'insister (Pringsheim)[2].

§ 5. — Les polypeptides naturels et les polypeptides artificiels.

On sait que, par une hydrolyse moins énergique des protéiques (action de HCl ou de SO^4H^2 forts à froid), E. Fischer et ses collaborateurs ont obtenu des *polypeptides* dits *naturels*, dont la plupart ont été identifiés avec les produits de synthèse de même nom. Voici la liste de ces produits :

Glycyl-l-leucine, *glycyl-d-alanine*, *glycyl-l-tyrosine*, un *tétrapeptide* composé de deux molécules de glycocolle, une de l-tyrosine et une de d-alanine, *d-alanyl-l-leucine*, un *dipeptide* de glycocolle et de valine, un *dipeptide* de proline et de d-alanine, *acide l-leucyl-d-glutamique* (E. Fischer et Abderhalden), un *dipeptide* de proline et de phénylalanine (Osborne et Clapp), *anhydride du glycocolle et de la proline* (Levenne et Beatty). Enfin, il faut ajouter à cette liste *deux dipeptides* paraissant être une combinaison d'arginine avec la proline pour l'un et avec l'acide aspartique pour l'autre (Hugounenq, Morel et Galimard)[1].

L'École de E. Fischer a continué aussi l'étude des *polypeptides artificiels*[2], en introduisant dans ces produits de nouveaux acides aminés, tels que les acides glutamique et aspartique, la phénylalanine, la tyrosine, le tryptophane, et en employant, à la place des racémiques de synthèse, les produits actifs de même signe que les acides dérivés des protéiques, de façon à obtenir des produits comparables aux corps naturels, polypeptides, peptones et albumoses. En même temps, ces synthèses ont été poussées vers des termes de plus en plus élevés. La chaîne la plus longue qui ait été construite jusqu'à présent est celle d'un octodécapeptide, formé par la soudure bout à bout de quinze molécules de glycocolle et de trois molécules de leucine[3].

La comparaison de ces produits de synthèse avec les corps naturels a révélé de frappantes analogies. Pour les polypeptides naturels, cette analogie va jusqu'à l'identité, puisque la plupart d'entre eux ont été reproduits par synthèse. En ce qui concerne les peptones, leurs ressemblances avec les polypeptides un peu plus compliqués sont remarquables. En effet, lorsque leur chaîne est suffisamment longue, les polypeptides de synthèse sont, en général, comme les peptones, très solubles dans l'eau. Leur saveur n'est pas sucrée, comme celle

[1] Czapek : *Beitr. z. chem. Physiol. u. Pathol.* t. I, p. 542, 1902. — Emmerling : *Ber. d. d. Chem. Gesellsch.*, t. XXXV, p. 2289, 1902. — Galimard, Lacomme et Morel : *C. R.*, 30 juillet 1906. — Arnaud et Charrin : *C. R.*, avril et juin 1901.

[2] F. Ehrlich : *Biochem. Zeitschr.*, t. II, p. 52, 1906. — Pringsheim : *Ibid.*, t. X, p. 490, 1908.

[1] E. Fischer et E. Abderhalden : *D. chem. G.*, t. XXXIX, p. 2315, 1906, et t. XL, p. 3544, 1907. — *Acad. des Sciences de Berlin*, t. XXX, p. 574, 1907. — Osborne et Clapp ; Levenne : cités d'après E. Fischer (*Organische Synthese u. Biologie*, Berlin, 1908, p. 22). — Hugounenq et Galimard : *C. R.*, 23 juillet 1906. — Hugounenq et Morel : *Ibid.*, 20 juillet 1908.

[2] Le lecteur trouvera une mise au point complète de cette question des polypeptides artificiels et naturels, avec toute la bibliographie afférente, dans une récente monographie de E. Abderhalden (*Neuere Ergebnisse auf dem Gebiete der speziellen Eiweisschemie*, Iena, 1909).

[3] E. Fischer : *D. chem. G.*, t. XL, p. 1754, 1907.

des acides aminés naturels, mais amère, comme celle des peptones. Ils sont bien précipités par l'acide phosphotungstique, et beaucoup d'entre eux, parfois déjà des tripeptides, donnent la réaction du biuret. Revenant sur ces analogies dans un exposé d'ensemble qu'il a fait récemment à l'Académie des Sciences de Berlin, E. Fischer[1] conclut qu'on ne peut plus guère douter que les peptones ne soient des mélanges de polypeptides allant des tétrapeptides aux octopeptides environ. Au delà, on entre visiblement dans la région des albumoses. Ainsi le tétradécapeptide fait avec douze molécules de glycocolle et deux molécules de l-leucine donne avec les alcalis des solutions qui moussent, comme de l'eau savonneuse. Il est précipité par les acides minéraux, le tannin, l'acide phosphotungstique, par *le sulfate d'ammonium introduit à saturation.*

Toutefois, cette dernière réaction, qui, pour Kühne, représentait une différence spécifique entre les albumoses et les peptones, est sans doute de nature très contingente et dépend beaucoup plus de la nature des acides aminés entrant dans un polypeptide que du degré de complication de celui-ci. Ainsi le tétrapeptide naturel cité plus haut (deux molécules de glycocolle, une d'alanine et une de tyrosine) et la *l*-leucyl-triglycyl-*l*-tyrosine de synthèse, que la brièveté relative de leur chaîne placerait au niveau des peptones, sont précipités de leur solution par le sulfate d'ammonium, ce qui tient sans doute, d'après E. Fischer, à la présence de la tyrosine. Cette réaction du sulfate d'ammonium n'est donc nullement spécifique; elle ne donne nullement la certitude que les corps précipités par ce sel (les albumoses de Kühne) sont *tous* des polypeptides moins simplifiés que ceux qui ne sont pas précipités (les peptones de Kühne). Cela revient à dire que *la notion chimique d'albumoses et de peptones est en train de s'effacer, pour être remplacée par une classification rationnelle des polypeptides de digestion, fondée sur le nombre, la nature et le mode d'association des acides aminés.*

Enfin, quand on arrive aux polypeptides à vingt acides aminés, on a l'impression, dit E. Fischer[2], que l'on est déjà transporté au niveau des albumines elles-mêmes. C'est que Fischer ne croit pas, contrairement à l'opinion généralement acceptée, que les protéiques sont des molécules colossales. Toutes les déterminations sur lesquelles repose cette assertion lui paraissent sujettes à caution, et il pense que les protéiques que nous manions sont des mélanges de divers composés, dont la constitution est bien plus simple que ne le font croire l'analyse élémentaire et les résultats de l'hydrolyse des dits mélanges.

[1] E. Fischer : *Acad. des Sciences de Berlin*, 24 janvier 1907.

[2] E. Fischer : *Loc. cit.*

§ 6. — Applications diverses de l'étude des polypeptides.

On sait que, jusqu'à présent, aucun des polypeptides de synthèse ne s'est montré accessible à l'action du suc gastrique, tandis que la trypsine dédouble un grand nombre d'entre eux. Cette constatation a conduit E. Fischer et ses élèves à étudier méthodiquement l'action des diastases digestives, pepsine, trypsine, érepsine, et celle des sucs d'expression de divers tissus (c'est-à-dire d'histodiastases) sur des polypeptides divers.

Ce contrôle à l'aide des polypeptides permet d'abord de démontrer l'identité ou du moins la ressemblance, ou au contraire la nature différente de deux diastases protéolytiques. Ainsi le suc pylorique et le suc duodénal (activés par un acide) ne dédoublent pas la glycyl-*l*-tyrosine, que le suc pancréatique décompose, au contraire, très vite[1]. Ils se comportent donc comme le suc gastrique. Le suc pancréatique dédouble un grand nombre de polypeptides, *à condition que ceux-ci ne contiennent que des acides naturels*; mais il est impuissant vis-à-vis d'une série d'autres[2], même quand ils remplissent la condition ci-dessus. Au contraire, l'érepsine et les sucs d'expression de divers tissus ou cellules, foie, rein, muscles, etc., de bœuf, de chien, de lapin, de porc dédoublent, toujours sous la condition énoncée plus haut, tous les polypeptides examinés à cet égard jusqu'à ce jour[3]. Le plasma, le sérum sanguin, les globules rouges, les plaquettes sanguines, le suc de levure, de champignons comestibles[4], etc., ont été étudiés également à ce point de vue. On entrevoit finalement que la grande classe des diastases protéolytiques devra un jour être démembrée en *diastases protéolytiques proprement dites*, qui dédoublent les divers protéiques, et en *diastases peptolytiques* (Abderhalden), qui attaquent les polypeptides, ces derniers agents étant adaptés à l'hydrolyse de molécules de complication décroissante.

On s'est servi aussi des polypeptides pour étudier dans ses détails l'action des diverses diastases protéolytiques, à savoir la vitesse de la réaction, le

[1] Abderhalden et Roxa : *Zeitschr. physiol. Ch.*, t. XLVII, p. 359, 1906.

[2] E. Fischer et Abderhalden : *Ibid.*, t. XLVI, p. 52, 1905, et t. LI, p. 264, 1907.

[3] Voyez les Mémoires d'Abderhalden et de ses collaborateurs dans *Zeitschr. f. physiol. Ch.*, t. XLVII, p. 466, 1906; t. XLVIII, p. 537, 1906 ; t. XLIX, p. 1 et 31, 1906, et t. LV, p. 396, 1908.

[4] Voy. les Mémoires d'Abderhalden et de ses collaborateurs dans *Zeitschr. f. physiol. Ch.*, t. LI, p. 334, 1907; t. LIII, p. 280, 294 et 308, 1907 ; t. LV, p. 371, 377 et 395, 1908.

lieu de première attaque de la diastase dans la chaîne du polypeptide, etc., toutes questions dont la connaissance précise du corps attaqué — le polypeptide — et des produits obtenus — polypeptides plus simples ou acides aminés libres — permet une étude singulièrement plus précise qu'avec les protéiques, où ni le point de départ, ni le point d'arrivée de la réaction ne sont nettement connus au point de vue chimique[1].

Cette étude a fait apparaître aussi l'importance du pouvoir rotatoire des acides aminés et de leur mode d'association sur la résistance des polypeptides à l'attaque des diastases. Comme on l'a dit incidemment plus haut, ne sont attaquables par le suc pancréatique et les sucs d'organes que les polypeptides formés par les acides naturels, c'est-à-dire par ceux qui existent dans les protéiques. Exemples (les acides non naturels sont en italiques)[2] :

HYDROLYSÉS	NON HYDROLYSÉS
d-alanyl-*d*-alanine.	*l-alanyl-l-alanine.*
	d-alanyl-*l-alanine.*
	l-alanyl-d-alanine.
l-leucyl-*l*-leucine.	*l*-leucyl-*d-leucine.*
	d-leucyl-l-leucine.

Quand on emploie un polypeptide racémique, seul l'antipode qui répond à la condition susénoncée est dédoublé; l'autre subsiste inattaqué. Ainsi le racémique *d*-alanyl-*l*-leucine + *l-alanyl-d-leucine* est dédoublé, et l'antipode *d*-alanyl-*l*-leucine, qui est à acides naturels, est seul hydrolysé. Au contraire, l'autre forme de ce racémique : *d*-alanyl-*d-leucine* + *l-alanyl-l*-leucine n'est pas touché, parce que chacun des deux antipodes constituants contient un acide non naturel. Mais cette condition, si elle est nécessaire, n'est pas suffisante, car le suc pancréatique n'attaque pas la *l*-leucyl-glycine, bien que ce dipeptide ne contienne que des acides naturels. C'est qu'il intervient encore d'autres conditions, notamment la nature des acides et leur ordre d'association. Ainsi l'alanyl-glycine est dédoublée; la glycyl-alanine ne l'est pas.

Ajoutons que ce dédoublement asymétrique des racémiques dont il vient d'être question ne se retrouve plus, du moins aussi complet, quand on introduit ces corps dans l'organisme animal[3].

Constatons donc qu'il existe des associations d'acides aminés particulièrement résistantes à l'action des diastases, et ainsi apparaît l'un des moyens dont dispose l'organisme pour conférer à des protéiques ou à des fragments de ces substances une résistance spéciale. C'est à des causes de cette nature qu'est due sans doute la résistance plus grande opposée à l'action des diastases digestives par cette portion « anti » de la molécule albuminoïde, résistance déjà signalée par Schutzenberger.

On voit dans combien de directions différentes l'étude des polypeptides a été fructueuse.

II. — Les nucléoprotéides. Les acides nucléiques.

Des complexes que nous appelons nucléoprotéides, on ne connaît avec quelque précision que le groupe spécifique des acides nucléiques[1], surtout en ce qui concerne les fragments azotés de ce groupe.

On sait que ces fragments, tels que les fournit l'hydrolyse de l'acide nucléique du thymus ou de la laitance de hareng par l'acide sulfurique, sont représentés, en fait de bases xanthiques, par la xanthine, l'hypoxanthine, l'adénine et la guanine, et, en fait de bases pyrimidiques, par la thymine, la cytosine et l'uracile. Mais il est démontré aujourd'hui que toutes ces bases ne préexistent pas dans la molécule. Seule l'*adénine* et la *guanine*, d'une part, la *thymine* et la *cytosine*, d'autre part, sont des constituants primaires; la xanthine et l'hypoxanthine naissent secondairement de l'oxydation de la guanine et de l'adénine pendant l'hydrolyse sulfurique, et l'uracile provient aussi de l'oxydation de la cytosine. C'est ce qui ressort clairement du travail de Steudel sur l'hydrolyse de l'acide thymonucléique par l'acide nitrique à froid. Par ce procédé, les nitrates peu solubles de la guanine et de l'adénine cristallisent aisément, en emportant avec eux 61 % de l'azote total, tandis que les eaux-mères ne contiennent plus que des traces de bases puriques, à côté des bases pyrimidiques[2]. De ces résultats quantitatifs, combinés avec ceux que fournit pour les bases pyrimidiques l'hydrolyse sulfurique, Steudel conclut que la molécule de ces acides nucléiques renferme respectivement 1 molécule de chacune des quatre bases adénine, guanine, thymine et cytosine. Toutefois, par l'hydrolyse acétique, Levenne et Mandel[3] sont arrivés à des résultats un peu différents (3 purines pour 2 pyri-

[1] Voy. les Mémoires d'Abderhalden et de ses collaborateurs dans *Zeitschr. f. physiol. Ch.*, t. LI, p. 294, 1907; t. LII, p. 326, 1907; t. LIII, p. 251, 1907, et t. LIV, p. 363, 1908.

[2] E. Fischer et E. Abderhalden : *Zeitschr f. physiol. Ch.*, t. XLVI, p. 52, 1905, et t. LI, p. 264, 1907.

[3] Abderhalden, B. Bloch et P. Rona : *Ibid.*, t. LII, p. 433, 1907. — Abderhalden et Schittenhelm : *Ibid.*, t. LI, p. 323, 1907.

[1] L'acide nucléique étant un excellent précipitant des matières protéiques, on continue à se demander de divers côtés si l'existence des nucléoprotéides, en tant que principes immédiats des tissus, peut être admise avec une entière sécurité. (Voy. notamment Abderhalden : *Lehrb. d. physiol. Chem.*, Berlin, 1906, p. 299. — O. Cohnheim : *Die Physiologie der Verdauung und Ernährung*, Berlin, 1908, p. 241.)

[2] Steudel : *Zeitschr. f. physiol. Chem.*, t. XLVIII, p. 425, 1906; t. XLIX, p. 406, 1906, et t. LIII, p. 14, 1907.

[3] Levenne et Mandel : *Biochem Zeitschr.*, t. X, p. 215, 1908.

midines). Notons encore que l'hypothèse d'après laquelle les bases pyrimidiques seraient des produits d'une décomposition secondaire des purines paraît bien devoir être définitivement rejetée[1].

On connaît moins bien le groupe hydrocarboné de l'acide thymonucléique. Steudel[2] paraît bien avoir démontré, cependant, que cet acide ne renferme pas de pentoses, mais seulement un hydrate de carbone en C^6, dont quatre molécules formeraient, avec quatre molécules d'acide métaphosphorique, un acide analogue à l'acide glycérophosphorique, complexe qui fixerait, en outre, une molécule de chacune des quatre bases citées plus haut, adénine, guanine, thymine et cytosine.

D'autres acides nucléiques ont été étudiés encore, notamment *l'acide guanylique* de Bang, dont l'existence a été un instant contestée, mais qui paraît bien exister tel que Bang l'a décrit, sauf qu'il ne contiendrait pas de glycérine[3]. Les produits actuellement isolés se réduisent à une seule purine, la *guanine*, un *pentose* et de l'*acide phosphorique*. Les bases pyrimidiques font totalement défaut, aussi bien que l'adénine. Un acide nucléique aussi simple que l'acide guanylique, et mieux connu, parce qu'il est le seul qu'on ait pu isoler à l'état cristallisé, est l'*acide inosique* de la chair musculaire, que Neuberg et Brahm[4] ont réussi récemment à dédoubler quantitativement en *acide phosphorique*, *l-xylose* et *hypoxanthine*. Le squelette de ce composé est donc un acide pentose-phosphorique, qui est à placer à côté de l'acide inosite-phosphorique de la phytine (voyez plus loin) et de l'acide glycérophosphorique de la lécithine.

III. — Les hydrates de carbone.

L'acquisition la plus importante qui ait été faite au point de vue de la Chimie biologique dans l'étude des hydrates de carbone est la démonstration, apportée par Maquenne, de la constitution du grain d'amidon. Ces résultats ont été exposés dans la *Revue*[5] par l'auteur lui-même. Ils modifient profondément nos idées sur tout le mécanisme de la saccharification diastasique, et par conséquent digestive, des amylacés. On ne peut que signaler ici d'autres travaux sur les hydrates de carbone et relatifs à des sucres ou des glucosides nouveaux (*idite*, *sorbiérite*, *vicianine*, *bakankosine*, *sambunigrine*, *prulaurasine*, etc...), dus à G. Bertrand, à Bourquelot et à leurs collaborateurs, et dont l'analyse rentre plutôt dans une Revue annuelle de Chimie végétale ou de Chimie organique. Notons encore, en ce qui concerne les méthodes, le nouveau procédé de dosage des sucres réducteurs proposé par G. Bertrand[1], où l'opération est ramenée à un dosage de sel ferreux par le permanganate, et le procédé à l'hydroxylamine de Bang[2].

IV. — Les lipoïdes

On sait que c'est à l'occasion d'une théorie aujourd'hui bien connue, touchant le mécanisme de la perméabilité cellulaire, que ce mot de *lipoïde* a été créé par Overton[3]. Bornons-nous à rappeler ici que les corps pour lesquels les cellules animales ou végétales sont perméables, narcotiques, colorants dits vitaux, etc., sont en général solubles dans les huiles, et, en particulier, qu'un narcotique est d'autant plus énergique que sa solubilité dans l'huile est plus grande par rapport à sa solubilité dans l'eau. On a été conduit ainsi à admettre que, si ces corps passent à travers les membranes cellulaires, c'est que celles-ci contiennent des substances qui, *comme les huiles*, sont capables de dissoudre les corps en question et de les introduire ainsi dans la cellule. Ces constituants cellulaires sont donc, à ce point de vue, semblables aux graisses, d'où le nom de *lipoïdes* sous lequel Overton les a réunis.

Cette dénomination s'applique donc à des corps ayant une propriété physique ou biophysique commune, mais non pas des caractères chimiques communs, car rien n'est plus hétérogène au point de vue chimique que la famille des lipoïdes. Pour Overton, les lipoïdes cellulaires sont, en effet, la lécithine et la cholestérine (et le protagon), composés parmi lesquels la lécithine seule présente quelque analogie de structure avec les graisses. Pour des raisons qu'il serait trop long d'exposer ici, Bang[4] a étendu récemment cette définition *en appelant lipoïdes cellulaires tous les produits que l'éther ou les solvants analogues enlèvent aux cellules.*

La définition actuelle des lipoïdes est donc purement biophysique, et les contours de cette famille restent très vagues ; mais cette appellation, évidemment provisoire, est commode pour désigner un ensemble de corps que leur histoire biologique

---

[1] Steudel : *Zeitschr. f. physiol. Chem.*, t LIII, p. 508, 1907.
[2] Steudel : *Ibid.*, t. L, p. 538, 1907 ; t. LII, p. 62, 1907 ; t. LIII, 14, 1907, et t. LV, p. 407, 1908.
[3] G. Levenne et Mandel : *Biochem. Zeitschr.*, t. X, p. 221, 1908.
[4] Neuberg et Brahm : *Biochem. Zeitschr.*, t. V, p. 438, 1907.
[5] Voyez dans la *Revue* du 15 octobre 1906, p. 860, l'étude de M. Maquenne sur *L'amidon et sa saccharification diastasique*. — Voyez aussi Mme Gatin-Gruzewska : *C. R.*, t. CXLVI, p. 540, 1908, et *Soc. de Biol.*, t. LXIV, p. 599, 1908.

[1] G. Bertrand : *Bull. Soc. chim.*, t. XXXV, p. 1285, 1906.
[2] Bang : *Biochem. Zeitschr.*, t. II, p. 271.
[3] Overton : *Studien über die Narkose*, Iéna, 1901.
[4] I. Bang : *Biochemie der Zellipoide*, in *Ergebnisse der Physiol.*, par Asher et Spiro, 6e année, Wiesbaden, 1907.

rapproche souvent les uns des autres. Voici comment on a provisoirement divisé les lipoïdes[1] :

1° *Lipoïdes phosphorés ou phosphatides*, dont les uns sont azotés, comme les lécithines, et les autres non azotés, comme la phytine;

2° *Les lipoïdes non phosphorés*, dont beaucoup sont, comme la cérébrine, de nature glycosidique;

3° *Groupe de la cholestérine* (ou lipoïdes sans P ni Az);

4° *Lipoïdes* de nature chimique inconnue.

§ 1. — Lipoïdes phosphorés ou phosphatides.

Le centre de cette famille est représenté par la lécithine, qui a été considérée pendant longtemps comme le seul corps organique phosphoré, soluble dans l'éther, figurant comme constituant cellulaire dans nos tissus, à telles enseignes qu'aujourd'hui encore le dosage de la lécithine dans un tissu se ramène à un dosage de phosphore dans l'extrait éthéré. La seule incertitude dont cette manière de faire paraissait affectée, c'est qu'on admettait l'existence de plusieurs lécithines, différant les unes des autres par la nature des radicaux gras (oléique, stéarique, etc.) substitués dans l'acide glycérophosphorique. Une conception aussi simple de la notion des lécithines ne peut plus être maintenue aujourd'hui, car les recherches de Thudichum, de W. Koch, de Erlandsen[2], ont montré qu'à côté des lécithines proprement dites, où Az : P égale 1 : 1, il existe, dans les tissus animaux, toute une série de composés construits sur le même type, c'est-à-dire fournissant comme produits de décomposition de l'acide glycérophosphorique, des acides gras et des bases azotées, mais dans lesquels le rapport Az : P prend des valeurs différentes de 1 : 1. On est, en général, d'accord pour réunir tous ces corps sous la dénomination de *phosphatides* (Thudichum); celle de *lécithanes*, proposée par Koch, ne paraît pas avoir été acceptée. Voici l'indication d'un certain nombre de travaux nouveaux sur les différentes catégories de phosphatides distingués jusqu'à présent.

Dans la catégorie des *monamino-monophosphatides* (Az : P = 1 : 1), figurent les *lécithines* proprement dites avec leurs dérivés, et les *céphalines* cérébrales.

En ce qui concerne d'abord les *lécithines*, de la préparation desquelles on croyait être maître, on a, de divers côtés, insisté sur la difficulté, on a même dit : l'impossibilité, de les obtenir actuellement à l'état de pureté. Le chlorure de cadmium, réactif précipitant recommandé par Bergell, altère le produit en en détachant, d'après Erlandsen, une partie des restes gras. La lécithine est, de plus, autooxydable à l'air, ainsi que le montre l'abaissement graduel, parfois énorme, de l'indice d'iode (Erlandsen), en sorte que l'on peut dire avec Bang qu'aucune lécithine n'a encore été obtenue à un état de pureté complet[1]. La lécithine du jaune d'œuf possède le pouvoir rotatoire à droite (Ulpiani), comme aussi l'acide glycéro-phosphorique qu'on en extrait (Wildstädter et Lüdecke), et cette dernière constatation rend très probable que, des deux formules ci-dessous, c'est l'asymétrique (II) qui doit être préférée, bien que, dans la formule I, la présence de deux radicaux gras différents pourrait aussi rendre compte du pouvoir rotatoire[2] :

$CH^2.O.$(Radical gras).	$CH^2.O.$(Radical gras).
|	|
$CH.O.$(Groupe phosph. de chol.).	$CH.O.$(Radical gras).
|	|
$CH^2.O.$(Radical gras).	$CH^2.O.$(Gr.-phosph. de chol.).
(I)	(II

Les diverses lécithines ne diffèrent sans doute que par la nature des acides gras substitués, et l'on admettait autrefois que ces acides sont les acides palmitique, stéarique et oléique. Aujourd'hui, il est établi, par les recherches de Henriquez et Hansen, de Lawes, de Cousin surtout, que la lécithine du jaune d'œuf contient, à côté des acides palmitique et stéarique, de l'acide linoléique, et, d'une manière générale, des acides moins saturés que l'acide oléique. Mais cette question est encore loin d'être complètement éclaircie[3].

La lécithine donne avec l'eau des solutions colloïdales dont la précipitation, en présence des sels, a été étudiée par Koch et, d'une manière plus précise, par Porgès et Neubauer, et, comme la lécithine est probablement l'un des colloïdes des membranes cellulaires, il est intéressant de constater, au point de vue de l'étude des variations de la perméabilité cellulaire, que déjà les concentrations salines atteintes dans les liquides de l'organisme suffisent pour coaguler les solutions de lécithine[4].

---

[1] I. Bang : *Loc. cit.* — S. Frankel : *Biochem. Zeitschr.*, t. IX, p. 44, 1908.

[2] Thudichum : *Die chemische Konstitution des Gehirns*, etc., Tübingen, 1901. — W. Koch : *Zeitschr. f. physiol. Ch.*, t. XXXVII, p. 181, 1903. — Erlandsen : *Ibid.*, t. LI, p. 71, 1907. Le lecteur trouvera dans ce Mémoire d'Erlandsen un historique détaillé de l'évolution de cette question.

[1] Erlandsen : *Loc. cit.* — Winterstein et Hiestand : *Zeitschr. f. physiol. Ch.*, t. LIV, p. 291, 1908. — Bergell : *D. chem. G.*, t. XXXIII, 2584. — Bang : *Biochemie der Zellipoïde*, in *Ergebn. der Physiol.*, t. VI, p. 131, 1907. — Pour la composition de la lécithine la plus pure qui paraît avoir été obtenue (œuf et muscle de bœuf), voy. Erlandsen : *Loc. cit.*

[2] Ulpiani : *Gazz. chim. ital.*, t. XXXI, 2, p. 47, 1902. — Wildstaedter et Luedecke : *D. chem. G.*, t. XXXVII, p. 3753, 1904.

[3] Henriques et Hansen : *Skand. Archiv f. Physiol.*, t. XIV, p. 309, 1903. — Lawes : *Pharm. Zeitschr.*, t. XLVIII, p. 814. — Cousin : *Soc. de Biol.*, t. LV, p. 913, 1903.

[4] W. Koch : *Zeitschr. f. physiol. Ch.*, t. XXXVII, p. 181, 1903. — Porges et Neubauer : *Biochem. Zeitschr.*, t. VII, p. 153, 1907.

La lécithine présente une grande aptitude à des combinaisons variées, non seulement avec des matières minérales, mais aussi avec des substances organiques, sucres divers, matières protéiques. La *lécithine-glycose*, étudiée par Bing, a été identifiée par lui, à tort sans doute, avec la *jécorine*, qui est certainement un corps ou un mélange de corps plus complexes (Siegfried et Mark, Mayer et Terroine). Avec les matières protéiques, la lécithine, qui est en solution un colloïde négatif (V. Henri), donne un précipité qui est un complexe colloïdal d'albumine et de lécithine reproduisant les propriétés des *lécithalbumines* de Liebermann (Mayer et Terroine)[1].

Dans la catégorie des *monamino-monophosphatides* rentrent aussi les *céphalines* du cerveau, qui fournissent par hydrolyse de l'acide glycérophosphorique, des acides gras et des bases azotées. Dans celle que Cousin a bien étudiée, la base était de la choline[2].

Les *monamino-diphosphatides* (Az : P = 1 : 2) ne sont encore représentés que par la *cruorine*, extraite par Erlandsen du muscle cardiaque du bœuf, et qui donne par hydrolyse de l'acide phosphorique, de la glycérine, des acides gras pauvres en hydrogène et une base différente de la choline. Les *diamino-monophosphatides* (Az : P = 2 : 1) et les *diamino-diphosphatides* (Az : P = 2 : 2) comprendraient les premiers, outre l'*amido-myéline* et la *sphingomyéline* de Thudichum, un *phosphatide* en C^{40}, isolé par Erlandsen du muscle cardiaque, et les seconds, divers composés également décrits par Thudichum. Enfin S. Fränkel et C. Bolaffio ont décrit récemment un *triamino-monophosphatide* (Az : P = 3 : 1), la *néottine*, extrait du jaune d'œuf, dont l'étude n'est pas encore achevée[3].

A côté de ces phosphatides animaux, qui sont tous azotés, il faut placer des *phosphatides végétaux*, très répandus dans le règne végétal, et qui sont *dépourvus d'azote* (Posternak, Schulze et Winterstein). Le mieux connu d'entre eux est la *phytine* de Posternak, que cet auteur considère, d'après la formule de dédoublement :

$$C^6H^6P^6O^{24} + H^2O = 2PO^4H^3 + 2CH^2O,$$

comme un *acide anhydro-oxyméthylène-diphosphorique*. L'aldéhyde formique qui termine l'équation ci-dessus n'est pas recueillie à cet état, mais sous la forme polymère de l'inosite. Mais, depuis que Suzuki, Yoshimura et Takaishi ont montré que le dédoublement, cependant très lent et peu énergique, de la phytine par une diastase, la *phytase*, donne *directement naissance à de l'inosite*, et que Neuberg, à l'aide de la réaction du furfurol, a rendu très probable ce fait que l'inosite préexiste dans la phytine, il devient très vraisemblable que ce corps est un *éther phosphorique acide de l'inosite*, comme la lécithine et les acides nucléiques sont respectivement des éthers de la glycérine et d'hydrates de carbone divers[4].

Tous ces travaux montrent suffisamment combien les lipoïdes phosphorés sont nombreux et combien la notion de lécithine, jadis bornée à un type unique, a dû être élargie.

§ 2. — Lipoïdes non phosphorés.

Ce sont les corps du groupe de la cérébrine (cérébrosides) et leurs dérivés (acines cérébriques). Ils paraissent fournir par dédoublement, comme les lécithines, des corps à fonction basique, des acides gras et un sucre, le galactose. Mais ce dédoublement est encore très mal connu[2].

§ 3. — Lipoïdes sans phosphore ni azote.

C'est le groupe des cholestérines. Il n'entre pas dans le plan de cette revue de rendre compte des nombreux travaux de chimie pure faits récemment sur ces composés, formés vraisemblablement d'un noyau benzénique hydrogéné[3].

§ 4. — Lipoïdes de nature inconnue.

C'est une série de corps non encore définis, que l'éther enlève aux cellules, notamment aux globules rouges, et qui ne sont connus que par des actions physiologiques (voy. plus loin).

§ 5. — Rôle des lipoïdes en Biologie.

Ce qui précède montre assez que les lipoïdes constituent une famille de corps très hétérogènes, dont beaucoup ont une histoire chimique à peine ébauchée, et dont la plupart, par leurs caractères peu marqués, leur état amorphe, la complexité de leur molécule, leur facile altération n'offrent aux chimistes que des aspects peu engageants. Si néanmoins ces corps, très délaissés pendant longtemps, bénéficient en ce moment d'un regain de faveur, c'est parce que, du côté biologique, sont

[1] Siegfried et Mark : *Zeitschr. f. physiol. Ch.*, t. XLVI, p. 492, 1906. — Mayer et Terroine : *Soc. de Biol.*, LXII, p. 773 et p. 398, 1907. — Voy. aussi Iscovesco : *Ibid.*, t. LXIII, 744, 1903.

[2] Cousin : *Soc. de Biol.*, t. LXI, p. 23, 1906, et t. LXII, p. 238, 1907.

[3] Erlandsen : *Loc. cit.* — S. Fraenkel et C. Bolaffio : *Biochem. Zeitschr.*, t. IX, p. 44, 1908.

[4] Posternak : *C. R.*, t. CXXXVII, 1903. — Schulze et Winterstein : *Zeitschr. f. physiol. Ch.*, t. XL, p. 120, 1903. — C. Neuberg : *Biochem. Zeitschr.*, t. IX, p. 556, 1908.

[2] Thierfelder : *Zeitschr. f. physiol. Ch.*, t. XLIV, p. 366, 1905, et t. XLVI, p. 518, 1906. — Thierfelder et Kitagawa : *Ibid.*, t. XLVI, p. 518, 1906.

[3] Voyez la Revue d'ensemble de Gilkin dans *Biochem. Centralbl.*, t. VII, p. 289 et 357, 1908.

venues toute une série de constatations qui montrent le rôle important joué par ces composés. On ne fera pas ici une étude systématique de ces faits qui appartiennent plutôt à une revue de Physiologie; montrons simplement, par quelques exemples, la direction et le haut intérêt de ces recherches.

On ne rappellera pas ici les expériences à l'aide desquelles, dès 1899, Overton et H. Meyer[1] ont, chacun de son côté, expliqué la *perméabilité des cellules* animales et végétales pour certaines substances (narcotiques, colorants dits vitaux, etc.) par la solubilité de ces corps dans les lipoïdes cellulaires (cholestérine, lécithine, protagon), théorie qui a reçu depuis cette époque de nombreuses confirmations. Ainsi Nicloux et Mlle Frison[2] ont montré que la quantité de chloroforme fixée pendant l'anesthésie par la substance blanche et la substance grise est proportionnelle aux quantités de substances solubles dans le chloroforme (c'est-à-dire de lipoïdes) que contiennent ces deux parties du cerveau. Pareillement, la mort des animaux intoxiqués par le lysol arrive au moment où le cerveau a fixé une certaine quantité de toxique. Si le lysol est donné dissous dans l'huile, l'animal (lapin) résiste à des doses énormes et la quantité fixée par le cerveau est minime[3].

Beaucoup d'autres phénomènes paraissent ainsi en relation avec le pouvoir dissolvant des lipoïdes. On sait que la cholestérine ou ses éthers sont un principe constant de la sécrétion sébacée, et il paraît probable que seules sont absorbables par la peau les substances solubles dans les lipoïdes de cet enduit cutané[4].

Notons encore que ces éthers cholestériques, dont on peut donc dire qu'ils forment comme un enduit ininterrompu au-dessus du revêtement extérieur de tous les animaux supérieurs, sont très résistants à l'action des bactéries. Une gélatine nutritive recouverte de lanoline (éther cholestérique) reste inaltérée, tandis qu'une couche de graisse à base de glycérine ne fournit pas la même protection[5].

Notons encore ce fait intéressant de l'*hydrophilie* de certains lipoïdes. Les éthers purs de la cholestérine, par exemple la lanoline débarrassée de la cholestérine pure qu'elle contient, ne présente presque pas d'hydrophilie, c'est-à-dire qu'on ne réussit pas à leur incorporer des quantités d'eau appréciables. Si l'on ajoute, au contraire, à de la paraffine de 2 à 5 °/₀ de cholestérine, et mieux encore d'oxycholestérine, on confère à ces mélanges une hydrophilie telle qu'on peut leur incorporer jusqu'à 200 et même jusqu'à 550 °/₀ d'eau (Unna)[1]. Ces faits, qui paraissent jusqu'à présent n'avoir préoccupé que les dermatologistes, au point de vue de la préparation des onguents, présentent un intérêt biologique évident, en ce qui concerne la pénétration de l'eau, et par conséquent de substances solubles dans l'eau, dans un milieu analogue aux graisses.

Les recherches de ces deux dernières années ont confirmé aussi le rôle important attribué aux lipoïdes dans le phénomène de l'*hémolyse*. On a remarqué depuis longtemps que les agents chimiques qui rendent le sang « laqué », c'est-à-dire qui sont hémolytiques (éther, chloroforme, amylène, acétone, éther de pétrole, etc.), sont en même temps des dissolvants des lipoïdes, et leur action s'expliquerait donc par une attaque des lipoïdes de la paroi globulaire. Pareillement, l'hémolyse par les sels biliaires (G. Bayer), par la saponine (K. Meyer) paraît être due à une action analogue (dissolution de la lécithine du globule). Le point d'attaque de beaucoup d'agents hémolysants est donc représenté par les lipoïdes du globule attaqué[2].

On voit aussi les lipoïdes intervenir encore dans le phénomène de l'hémolyse, soit parce qu'ils sont eux-mêmes l'agent hémolysant, soit parce qu'ils jouent un rôle dans la genèse ou dans l'action de l'agent hémolysant. Il y a d'abord des lipoïdes à pouvoir hémolysant, comme ceux que l'on a extraits du corps thyroïde (Iscovesco) ou des proglottides du bothriocéphale (et auxquels on fait jouer un rôle dans la genèse de l'anémie produite par ce parasite) (Tallquist, E. Bloch)[3]. Les substances lysinogènes des globules rouges (c'est-à-dire ceux d'entre les constituants des stromas globulaires qui provoquent la formation d'hémolysines, quand ces stromas sont injectés à des animaux) sont aussi sans doute de nature lipoïdique (Bang et Forssmann; Takaki)[4]. On sait, d'autre part, par les

[1] Overton : *Arch. de Pflüger*, t. XCII, p. 269, 1902. — H. Meyer : *Arch. f. exp. Path. u. Pharm.*, t. XLII, p. 109, 1899.

[2] Mlle Frison et Nicloux : *Soc. de Biol.*, t. XLII, p. 220, 1907. Le lecteur trouvera un exposé complet des intéressantes recherches de Nicloux et de ses collaborateurs dans l'ouvrage suivant : M. Nicloux : *Les anesthésiques généraux au point de vue chimico-physiologique*. Paris, 1908.

[3] F. Blumenthal et E. Jacoby : *Biochem. Zeitschr.*, t. VII, p. 39, 1907.

[4] Filehne : *Biochem. Centralbl.*, t. VII, p. 381, 1908.

[5] Goldstein, cité d'après Gilkin : *Biochem. Centralbl.*, t. VII, p. 371, 1908.

[1] Unna : *Ibid.*, p. 5, 1908. — Unna a fait cette expérience avec l'*unguentum paraffini* de la Pharmacopée allemande, c'est-à-dire avec un mélange de 1 partie de paraffine solide et 4 parties de paraffine liquide.

[2] G. Bayer : *Biochem. Zeitschr.*, t. IX, p. 58, 1908. — K. Mayer : *Beitr. z. chem. Physiol. u. Pathol.*, t. XI, p. 357, 1908.

[3] Iscovesco : *Soc. de Biol.*, t. LXV, p. 106, 1908. — Tallquist, cité d'après E. Bloch : *Biochem. Zeitschr.*, t. IX, p. 498, 1908. — Voy. aussi Morgenroth et Reicher : *Berl. klin. Wochenschr.*, 1907, nº 38.

[4] Bang et Forssmann : *Beiträge z. chem. Physiol. et Pathol.*, t. VIII, p. 326, 1906. — Takaki : *Ibid.*, t. XI, p. 274, 1908.

expériences bien connues de Kyes, que la lécithine est indispensable à l'action hémolytique du venin de cobra (formation d'un toxolécithide hémolysant), et, de plus, que la cholestérine agit vis-à-vis de ce venin comme antihémolytique [1].

Cette action protectrice de la cholestérine a été retrouvée aussi vis-à-vis d'autres agents hémolytiques, comme certaines hémolysines provenant des bactéries ou des tissus, ou bien les savons [2], ou encore la saponine, et ici on a fait cette remarque intéressante que les globules très vulnérables à la saponine (cheval, lapin, porc) sont pauvres en cholestérine (de 0,39 à 0,72 °/₀₀), tandis que ceux qui sont plus résistants (chien, mouton, bœuf) sont riches en cholestérine (de 1,25 à 3,59 °/₀₀) [3]. Cette protection de la cholestérine s'exerce aussi contre des toxines bactériennes : ainsi la toxine tétanique est neutralisée *in vitro* par la bile, et, dans cette action, c'est la cholestérine biliaire qui joue le rôle éminent (Vincent). D'autres lipoïdes agissent de même. Ce sont les lipoïdes cérébraux, et surtout la cérébrone, qui confèrent à l'émulsion de masse cérébrale la propriété de neutraliser la toxine tétanique. Cette action est si puissante que 1 gramme d'acide cérébronique (dérivé de la cérébrone) neutralise 12.000 doses mortelles pour la souris (Takaki). Les toxines tétaniques et diphtériques ont, de même, des propriétés lécithinophiles marquées (Petit). Notons encore que Calmette, Massol et Guérin ont signalé que la résistance à l'infection tuberculeuse paraît être fonction de la richesse du sang en lécithine [1].

On voit que ces résultats sont intéressants non seulement au point de vue biologique, mais aussi parce qu'ils constituent un sérieux encouragement à des tentatives thérapeutiques. On sait que de telles tentatives ont déjà été faites dans diverses directions.

Dans un second article, nous passerons en revue les travaux consacrés à la digestion, au sang et aux échanges nutritifs.

E. Lambling,
Professeur à l'Université de Lille,
Correspondant de l'Académie de Médecine.

[1] Voy. notamment le récent travail de Minz : *Biochem. Zeitschr.*, t. IX, p. 357, 1908.

[2] Iscovesco : *Soc. de Biol.*, t. LXIV, p. 404, 1908. — K. Mayer : *Beitr. chem. Physiol. u. Pathol.*, t. XI, p. 357, 1908. — Iscovesco et Foucaud : *Soc. de Biol.*, t. LXIV, p. 677, 1907. — D'autres lipoïdes d'origine globulaire et encore mal définis ont le même pouvoir protecteur (Iscovesco, *ibid.*, p. 675).

[3] Cf. Iscovesco : *Soc. de Biol.*, t. LXIV, p. 404 et 675, 1908 — K. Mayer : *Beitr. chem. Physiol. u. Pathol.*, t. IX, p. 357 1908.

[1] Vincent : *Soc. de Biol.*, t. LXIII, p. 623 et 698, 1907. — Takaki : *Beitr. chem. Physiol. u. Pathol.*, t. XI, p. 288, 1908. — Petit : *Soc. de Biol.*, t. LXIV, p. 811, 1908. — Calmette, Massol et Guérin : *C. R.*, p. 1076, 1908.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Huygens (Christiaan). — Œuvres complètes, *publiées par la Société hollandaise des Sciences, t. XI. Martinus Nijhoff, La Haye*, 1909.

La Société hollandaise des Sciences poursuit avec persévérance et régularité la grande œuvre qu'elle a entreprise. Après avoir publié en dix magnifiques volumes la correspondance de Huygens, elle aborde aujourd'hui les travaux mathématiques de ce grand géomètre.

Le volume XI, qui vient de paraître, est consacré tout d'abord aux travaux divers de jeunesse, à ceux qu'écrivit Huygens en 1645 et 1646, alors qu'il avait de dix-sept à dix-huit ans.

La plupart de ces travaux sont moins intéressants par leur valeur intrinsèque que par le développement successif des idées qu'ils permettent de suivre; aucun résultat ne mérite d'être spécialement signalé, si ce n'est ce qui est relatif à la quadrature de la parabole et à divers volumes engendrés par la révolution de cette courbe.

La seconde partie du volume se rapporte aux travaux des années 1650 et 1651, car on ne possède presque rien pour les trois années qui précèdent; elle débute par l'étude des corps flottants, pour laquelle Huygens lui-même se montra fort sévère dans la suite; elle continue par diverses Notes mathématiques relatives à des problèmes résolubles par la règle et le compas ou à des lieux géométriques formés de droites et de cercles; elle se termine par les *theoremata de quadratura hyperboles ellipsis et circuli ex dato portionum gravitatis centro.*

Tel qu'il est constitué, le tome XI, sans contenir aucun des travaux qui ont rendu illustre le nom de Huygens, présente cependant ce grand intérêt de faire assister en quelque sorte le lecteur à l'éclosion de cette merveilleuse intelligence. En relisant ces pages écrites par un jeune homme de dix-sept à vingt-deux ans, on se convainc que l'auteur va être bientôt de taille à marcher de pair avec les plus grands. Peut-être un sentiment d'amour-propre national n'a-t-il pas été étranger à l'entreprise de cette publication! En ce cas, MM. les Membres de la Société hollandaise des Sciences ont atteint leur but et ils ne pouvaient rendre à leur glorieux compatriote de plus bel hommage.

H. Léauté,
Membre de l'Institut.

Debesson (G.), *Ingénieur civil.* — **Le Chauffage des habitations. Etude théorique et pratique des procédés et appareils employés pour le chauffage des édifices, des maisons et des appartements.** — 1 *vol. gr. in-8 de* 670 *p. avec* 711 *figures.* (*Prix* : 25 *fr.*) *Dunod et Pinat, éditeurs. Paris*, 1909.

L'important ouvrage de M. Debesson vient très heureusement combler une grave lacune de notre littérature technique. C'est un traité pratique et théorique, — comme l'indique son titre, — de l'une des questions les plus importantes et les plus complexes de l'hygiène et de la technique du bâtiment.

Après l'exposé des considérations générales nécessaires à l'établissement rationnel et au calcul approximatif d'une installation de chauffage (notions d'Hygiène, de Thermodynamique : émission et transmission de la chaleur, combustion, etc.), M. Debesson aborde la description et la discussion des appareils et installations de chauffage.

D'abord, les appareils de chauffage élémentaires, cheminées et poêles : les cheminées, hygiéniques, mais prodigues; les poêles, parfois économiques, rendant jusqu'à 60 % de la chaleur du combustible, mais souvent dangereux, comme ceux qui sont installés dans les écoles de la ville de Paris. « Alors que beaucoup de nos petites villes de province et que tous les Gouvernements étrangers, dit M. Debesson, s'enorgueillissent de chauffer leurs écoles par les systèmes hygiéniques : vapeur ou eau chaude, Paris, ville lumière, restée aux perfectionnements du temps de Franklin, chauffe ses écoles par des poêles. Aussi voyons-nous nos pauvres enfants congestionnés quand ils sont placés près des poêles, gelés quand ils sont éloignés, anémiés toujours par l'air malsain qu'ils respirent dans les écoles de Paris »; et, dans ces écoles, on ne se contente pas d'en rester aux poêles, mais on choisit, parmi ces appareils, les plus dangereux, ceux qui sont « abandonnés (p. 148) depuis de longues années par l'étranger et la province. La ville de Paris, à peu près seule, persiste à empoisonner nos enfants avec ces appareils ».

Les calorifères à air chaud, chers aux architectes, valent mieux que ces poêles, mais tendent aussi à disparaître. Le réglage en est difficile, le rendement défectueux; la chaleur sèche en est désagréable et parfois dangereuse en raison des fuites d'oxyde de carbone qui se produisent aux joints des foyers et même au travers de la fonte. Actuellement, ce sont les calorifères à vapeur à basse pression qui sont de beaucoup préférés. Ils s'installent facilement partout; leurs radiateurs peuvent, dans les salles les plus luxueuses, être dissimulés sans nuire à la décoration; l'entretien en est peu coûteux, le rendement excellent, le réglage relativement facile, — on peut même le rendre presque automatique; — les chaudières, en fonte, ou, de préférence, en tôle, et caractérisées par le magasin de charbon, se conduisent très facilement; il va sans dire qu'elles ne présentent aucun danger d'explosion. Ces calorifères se divisent en deux grandes classes suivant qu'ils fonctionnent à cycle (ou circulation) fermé, ou à cycle ouvert à l'atmosphère. C'est à ces derniers que M. Debesson donne la préférence, surtout pour les chauffages continus de jour et de nuit. Ils admettent des tuyauteries de plus petit diamètre, permettent de régler avec un seul robinet le chauffage de chaque radiateur et dispensent des purgeurs d'air. L'installation générale de ces différents types de calorifères est discutée à fond dans l'ouvrage, ainsi que leurs éléments : chaudières, tuyauteries, joints, régulateurs de tirage et de pression, purgeurs d'air et d'eau, avec de nombreuses descriptions empruntées à la pratique de tous les pays. Dans un autre genre de calorifères à vapeur, encore peu répandu chez nous, on marche à des pressions inférieures à celle de l'atmosphère, en entretenant un vide dans la circulation, ce qui la facilite par l'absence d'air, absence qui, d'autre part, augmente considérablement la puissance des radiateurs. En outre, on peut, en faisant varier le vide, faire varier la température de la vapeur suivant la température extérieure, de 60 à 100° par exemple, ce qui permet à ces appareils d'avoir les avantages des chauffages à l'eau chaude (douceur de chauffe) sans en présenter les inconvénients. Ce système compte, en Angleterre, des applications très remarquables à des édifices ayant à chauffer jusqu'à 150.000 mètres cubes; la marche est presque entièrement automatique et très facilement réglable.

Les chauffages à l'eau chaude à haute pression sont presque abandonnés en raison de leurs dangers évidents. Les chauffages à eau en basse pression ont encore

de nombreux partisans, principalement en raison de la facilité de les régler de la chaudière même en fonction de la température extérieure; mais, d'autre part, les appareils à circulation naturelle exigent de grosses tuyauteries, coûteuses, à grand volume d'eau, se prêtant mal aux variations brusques de températures, et désastreuses en cas de fuites graves. Aussi a-t-on cherché, pour les grands chauffages du moins, à accélérer cette circulation par toutes sortes de moyens : des pompes, des émulseurs, des pulsions de vapeur fonctionnant comme de petits geysers, dispositions très ingénieuses à coup sûr, mais qui entraînent toujours une certaine complication, et rendent hasardeuse la conduite de ces appareils par le premier venu.

Parallèlement au problème du chauffage, se présente celui, non moins important, de la ventilation des locaux. M. Debesson n'en dit que quelques mots, se réservant de l'étudier dans un autre ouvrage, et en constatant, ce que nous savons tous, qu'en France la ventilation n'existe pas. En général, on ne s'en s'occupe pas; l'architecte « ne la prévoit pas » (p. 642) et il ne faut pas lui reprocher trop cette imprévoyance, car, lorsqu'il s'en occupe, le résultat est, paraît-il, souvent déplorable (p. 645), au-dessous de « rien ».

L'ouvrage de M. Debesson se recommande par la multitude des renseignements qu'il renferme sur toutes les sortes de chauffages, renseignements fournis, comme nous l'avons dit, non seulement par la pratique française, mais aussi par celle des autres pays, notamment de l'Amérique, et par la discussion approfondie de ces divers systèmes. Il a sa place indiquée dans la bibliothèque de tous ceux qui s'intéressent à cette très importante question. G. R.

2° Sciences physiques

Sartori (Giuseppe), *Ingénieur, Professeur d'Electrotechnique à l'Institut Royal technique supérieur de Milan, Professeur spécial d'Electrotechnique à l'Ecole I. R. industrielle de l'Etat et à l'Ecole I. R. supérieure de Constructions navales à Trieste.* — **La Technique pratique des Courants alternatifs,** *à l'usage des électriciens, contremaîtres, monteurs,* etc. — *Deuxième édition française, traduite de l'italien, revue et complétée par* M. J. A. Montpellier, *Rédacteur en Chef de « L'Electricien ». — Tome premier :* **Exposé élémentaire et pratique des phénomènes du courant alternatif.** — 1 *vol. in-8° de* 482 *pages avec* 260 *figures. (Prix :* 15 *fr.) H. Dunod et E. Pinat, éditeurs. Paris,* 1909.

Ce qui caractérise cet ouvrage, c'est la clarté et la netteté avec lesquelles l'auteur a exposé et expliqué les phénomènes si complexes des courants alternatifs, de façon à mettre cette étude à la portée des électriciens n'ayant que des connaissances mathématiques élémentaires. Des comparaisons tirées des faits physiques les plus connus, des méthodes de démonstration dont la simplicité n'exclut pas la rigueur, font que l'œuvre de M. Sartori, tout en restant scientifique, est une œuvre de vulgarisation. Les Traités relatifs aux courants alternatifs sont presque tous d'un niveau mathématique qui n'en permet la lecture qu'à un nombre restreint d'initiés, à moins qu'ils ne rentrent dans la catégorie de ces traités purement descriptifs et qui, sous prétexte de vulgariser, n'expliquent rien. L'auteur a évité ce double écueil, et c'est ce qui explique le succès de cet ouvrage en France et à l'Etranger.

Les phénomènes d'induction, les méthodes de mesures des courants alternatifs, les transformateurs, les moteurs synchrones et asynchrones, les divers systèmes de distribution y sont traités de façon à donner satisfaction à la fois au théoricien et au praticien.

Dans un second volume, comportant exactement les mêmes chapitres, les phénomènes sont développés avec l'aide du calcul, aussi simplifié que possible.

Pour l'édition française de son ouvrage, M. Sartori s'est adjoint un collaborateur expérimenté et d'une haute compétence, M. Montpellier, rédacteur en chef de *L'Electricien* et professeur à l'École supérieure de Télégraphie, qui ne s'est pas contenté d'être un traducteur fidèle, mais a cru devoir compléter, d'accord avec l'auteur, un certain nombre de chapitres : les chapitres relatifs aux instruments de mesure, aux condensateurs et aux lignes de transmission.

M. Montpellier a même fait une rédaction presque entièrement nouvelle du chapitre traitant des moteurs asynchrones à courant alternatif simple, afin d'exposer les progrès récents réalisés dans la construction de ces moteurs, de plus en plus utilisés pour la traction électrique.

De cette collaboration de deux hommes de valeur, qui se sont consacrés depuis de nombreuses années à la science électrique, il est résulté une œuvre dont tous ceux qui touchent, de près ou de loin, à cette science et à ses applications, ne pourront que tirer un grand profit. G. de Lamarcodie.

Duparc (L.), *Professeur de Minéralogie et de Pétrographie à l'Université de Genève,* et **Monnier** (A.), *Privat-docent à l'Université de Genève.* — **Traité de Chimie analytique qualitative.** 2e *édition.* — 1 *vol. in-8° de* 374 *pages. Alcan, éditeur. Paris,* 1909.

Il semble bien que le plan de l'enseignement de l'Analyse qualitative soit depuis longtemps arrivé à une forme définitive. Après avoir plus ou moins développé le chapitre des réactifs, du matériel, et des opérations analytiques, on fait l'étude détaillée des éléments pris individuellement; c'est seulement ensuite que l'on cherche à faire l'analyse d'un mélange.

J'ai toujours pensé que le temps passé à examiner les sels purs des divers éléments, au point de vue de leurs réactions analytiques, était des mieux employés.

L'élève se familiarise dans cette étude, faite soigneusement, avec les opérations de l'analyse, avec les conditions de précipitation, avec les difficultés que présentent l'insolubilisation totale de certains éléments, la filtration de quelques précipités, leur lavage, puis leur transformation en sels solubles.

C'est ici qu'il apprend réellement l'analyse qualitative; il ne trouvera aucune difficulté à séparer ensuite les éléments, au moins dans les cas simples, et il sera aussi solidement préparé que possible pour aborder les séparations difficiles.

Le choix d'une méthode de séparation des éléments exige de nombreux essais. Tout d'abord, il est très sage de ne proposer aux élèves que la séparation des éléments les plus connus; introduire dans une méthode d'analyse les éléments rares, cela revient à proposer de rechercher, dans une foule, des individus dont le signalement n'est qu'imparfaitement donné.

Les progrès de l'analyse suivent ceux de la Chimie, et le problème de la recherche des éléments, mélangés en nombre et en quantités quelconques, n'a pas aujourd'hui de solution générale.

Ceci réservé, le choix d'une marche analytique, parmi les nombreuses qui ont été proposées, doit plus viser la certitude du résultat que la simplicité des méthodes. Il ne faut pas s'étonner, d'ailleurs, d'entendre les élèves déclarer tout d'abord mauvaise la marche qui leur est proposée : toutes sont imparfaites, et c'est peu à peu que l'on fait connaissance avec les imperfections et avec les remèdes qui améliorent la méthode suivie; l'essentiel est donc d'adopter, pour des élèves qui commencent, un tableau de séparation et de s'y tenir. Plus tard, au contraire, les élèves devront se servir au besoin de toutes les réactions connues et les combiner entre elles pour résoudre les cas difficiles.

Il est, d'autre part, essentiel de mettre les débutants en contact avec les divers procédés de recherches dont dispose l'analyse, de leur apprendre à opérer par voie sèche, par voie humide, à se servir du spectroscope, du microscope, utilisant ces divers moyens d'étude, particulièrement lorsqu'il s'agit d'éléments difficiles à caractériser.

Les divers éléments ont, en effet, des caractères inégalement sensibles, et une réaction microchimique, par exemple, évitera bien des erreurs aux élèves; il faut leur recommander, en particulier, d'examiner au microscope l'alun, le phosphate ammoniaco-magnésien, l'acétate d'uranyle et sodium.

Ces quelques réflexions me conduisent à féliciter MM. Duparc et Monnier d'avoir beaucoup développé l'étude des caractères analytiques. Ils ont eu raison de laisser de côté dans un premier examen les éléments rares. On trouvera dans leur ouvrage une marche générale de recherche des bases et des acides, des conseils étendus sur la solubilisation, la désagrégation, enfin un chapitre sur les réactions des alcaloïdes.

Les auteurs ont, en outre, cru utile d'écrire une Introduction sur la théorie atomique, la théorie des solutions et des équilibres; on ne peut que trouver cette idée heureuse. Il serait beaucoup mieux, cependant, de répandre ces notions dans tout le cours de l'ouvrage.

On prend souvent, dans l'enseignement de la Chimie, le parti d'exposer, au début des cours ou du livre, les lois de la Chimie, pour n'en plus parler ensuite. Les élèves apprennent les généralités sans les bien comprendre, et ils sont ensuite incapables d'en faire l'application aux cas particuliers. « Il faut maintenant, comme l'écrivait récemment M. H. Le Chatelier, mettre en évidence les lois de la Mécanique chimique à l'occasion de chaque réaction chimique, de chaque méthode d'analyse décrite, les infuser au lecteur, à son insu, et même malgré lui. »

Dans le livre dont il est ici question, les propriétés analytiques des diverses substances sont assez longuement énumérées, mais on a été trop bref sur l'explication des réactions — les équations chimiques, d'ailleurs abondantes, n'indiquent pas tout : — il était, par exemple, fondamental de montrer que l'action de l'eau sur un composé de bismuth ou d'antimoine est limitée, d'expliquer pourquoi certains sels ne sont précipités par l'hydrogène sulfuré que dans des circonstances bien définies. La précipitation totale à l'état de sulfure d'un mélange de sels est souvent longue et difficile à réaliser pour des élèves qui ne se rendent pas compte de ce qu'ils font.

Si je voulais faire aux auteurs quelques reproches de détail, je montrerais dans leur ouvrage quelques erreurs ou quelques oublis regrettables; on y parle du bore cristallisé, et l'on n'y mentionne pas l'usage du microscope!

Les plus grands analystes nous ont laissé des ouvrages très documentés, très touffus et indigestes, à peine utilisables pour l'enseignement. Nos élèves ont parfois aussi entre les mains de tout petits livres écrits par des auteurs non spécialistes, et où voisinent les erreurs.

Pour les élèves, les Traités comme celui de MM. Duparc et Monnier, malgré quelques imperfections, sont recommandables.

La vérité est que l'Analyse qualitative est une matière difficile à traiter, et sur laquelle on ne peut espérer voir paraître, avant longtemps, un ouvrage excellent.

MARCEL GUICHARD,
Chargé des fonctions de Maître de Conférences à la Sorbonne.

3° Sciences naturelles

Deherme (Georges). — **L'Afrique occidentale française. Action politique. Action économique. Action sociale.** — 1 *vol. in-8° de* 528 *pages.* (*Prix* : 6 *fr.*) *Bloud et Cie, éditeurs. Paris*, 1908.

Le but de ce livre est de poser les diverses difficultés que rencontre devant elle l'action coloniale de la France dans l'Afrique occidentale. L'auteur ayant étudié sur place les éléments des questions à résoudre, et ayant su, semble-t-il, observer très librement, a réussi à indiquer les principaux desiderata, ainsi que les résultats acquis, d'une manière précise, quoique sous une forme un peu touffue.

On appréciera surtout l'étude économique et l'étude sociale. Ce sont celles qui m'ont paru le plus riches en aperçus personnels, et le plus exemptes des jugements sommaires qu'il est malheureusement possible de relever dans la première partie de l'ouvrage. Dans celle-ci, qui est un tableau de l'action politique, on trouvera un exposé très serré de l'organisation judiciaire, des questions sanitaires, du problème de l'éducation des noirs.

Les réserves auxquelles je viens de faire allusion se rapportent surtout à la conception que se fait M. Deherme de la vie politique des noirs. Déclarer que tous les non-musulmans sont « sans besoins politiques et incapables de vraie organisation » (p. 121), ou encore qu'ils n'ont pas eu d'histoire jusqu'à ce jour, que leurs légendes sont « sans signification » (p. 107), paraîtra sans doute excessif. Un Etat noir qui ne dépasse guère les groupes organiques des familles n'en est-il pas moins un Etat, et l'histoire ne commence-t-elle donc que quand il y a « volonté collective continue »? A un autre point de vue, l'auteur établit lui-même, dans la suite du livre, que les noirs obéissent à autre chose qu'à la « brutalité », et que leurs voisins, Maures et Touareg, sont mieux que des « pirates ».

Nous avons été mis en présence, à vrai dire, dans l'Afrique occidentale, d'un pêle-mêle ethnique complet, que l'interprétation même des totem n'aide pas à débrouiller, dans beaucoup de cas. D'autre part, les groupements politiques et sociaux étaient partout en voie de formation. Il semble bien, comme le dit M. Deherme, que les seuls éléments devenus fixes de ce ferment d'Etat ou de nation sont les castes, et, d'une façon plus générale, les conditions sociales des hommes libres et des esclaves. C'est par là seulement que l'on arrive à comprendre les associations de villages, la spécialisation et la séparation du travail, le semblant d'ordre et le peu de hiérarchie qui apparaissent dans ces sociétés. Notre devoir colonial est certainement de façonner cette matière, en inspirant au noir de vrais besoins d'homme : l'ambition du bien-être, la continuité de l'effort, la prévision de l'avenir. L'éducation par le fait accompli, par la direction, et, au point de vue pratique, « la machine, les procédés techniques, les capitaux, tel doit être, dit justement M. Deherme, notre apport dans l'association coloniale que nous avons à fonder ». Le noir peut, il l'a montré dans la culture du coton, du cacaoyer, devenir un bon ouvrier des champs. En ferons-nous aussi un bon ouvrier d'usine ou d'atelier, pour le débitage des bois, le broyage ou le décorticage des produits agricoles à livrer à l'exportation? Quand l'exploitation abusive des ressources naturelles (or, caoutchouc) apparaît comme un péril pour le travail de vraie colonisation, quand les tentatives de cultures riches par sociétés de planteurs ont été condamnées par l'épreuve même, il reste à tirer parti des qualités indigènes acquises et des éléments sociaux en présence, en faisant la mise en valeur par le noir lui-même.

J. MACHAT,
Docteur ès sciences,
Professeur au Lycée Buffon.

Braun (K.), *Botaniste du Biologisch-Landwirtschaftliches Institut à Amani.* — **Der Reis in Deutsch-Ostafrika** (LE RIZ DANS L'AFRIQUE ORIENTALE ALLEMANDE). — 1 *vol. in-8° de* 52 *pages.* (*Extrait des Berichte uber Land-und Forstwirtschaft in Deutsch-Ostafrika*). *C. Winter, éditeur. Heidelberg*, 1908.

M. le Dr K. Braun, dont nous avons analysé il y a quelques mois l'ouvrage sur les Agaves[1], vient de faire

[1] Voir la *Revue générale des Sciences* du 30 avril 1908. L'auteur vient de publier un complément à cet ouvrage (1 broch. de 56 pages, Tanga, 1908), où il donne des renseignements sur la culture de la plante dans un grand nombre de localités nouvelles, une liste de toutes les variétés d'agaves qui ont trouvé une application quelconque, des indications sur la préparation de la fibre et un complément à la bibliographie du sujet.

paraître un intéressant Mémoire sur le riz dans l'Afrique orientale allemande. C'est, depuis longtemps, une des principales cultures des naturels. Il est difficile de fixer si le riz est une plante indigène ou introduite du dehors; quoiqu'il pousse à l'état sauvage à l'intérieur du pays, il est cependant probable que les formes de culture actuelles ont été importées par les Arabes ou les Hindous.

D'après l'examen des échantillons parvenus à l'auteur des différentes parties de la colonie, on n'y trouve pas moins de treize variétés de riz, dont il donne la description. On rencontre à la fois le riz croissant dans les terrains humides et le riz poussant dans les régions sèches.

Le riz est un des principaux aliments des indigènes; mais la production est loin d'égaler la consommation. Aussi l'importation de cette denrée s'est-elle élevée à 7.800 tonnes environ en 1906, tandis que l'exportation, très variable, n'atteint pas, en moyenne, une centaine de tonnes. L'auteur pense que le développement rationnel de la culture permettrait au pays de suffire, au moins en grande partie, à ses besoins.

4° Sciences médicales

Calot (F.). — **L'Orthopédie indispensable** (**Tuberculoses externes, Déviations, etc.**). — 1 *vol. in-8° de* 741 *pages avec* 825 *figures dans le texte.* (*Prix* : 16 *fr.*) *Masson et Cie, éditeurs. Paris*, 1909.

La Chirurgie orthopédique, fondée et défendue jadis par de hautes intelligences, fut longtemps abandonnée aux empiriques et aux fabricants d'appareils. Aujourd'hui, elle a conquis son indépendance; elle possède un domaine reconnu de tous, bien dégagé de l'empirisme ignorant et aveugle. Elle rend les services les plus signalés, car elle a fait, dans ces dernières années, des progrès extrêmement remarquables.

Il y a quelques lustres, les coxalgies et les maux de Pott suppurés se terminaient presque invariablement par la mort. La luxation congénitale était la maladie incurable entre toutes.

Ces affections sont guéries aujourd'hui dans d'excellentes conditions.

Il est incontestable que M. Calot a fait beaucoup pour préciser et pour vulgariser les méthodes orthopédiques; le livre qu'il publie aujourd'hui condense et expose ses travaux antérieurs sur les tuberculoses mêmes et sur la luxation congénitale de la hanche; il y a joint la description des traitements appropriés aux autres difformités de l'enfance : scoliose, lordose, genu valgum, pied bot, torticolis, etc.

Ce livre est écrit pour les praticiens; aussi l'auteur insiste-t-il sur la nécessité de traiter les affections justiciables de l'orthopédie dès leur apparition. Guérir une coxalgie parvenue à la phase de suppuration et de fistule est chose extrêmement difficile; il est relativement aisé, si l'on intervient de bonne heure, de l'empêcher d'arriver à cette phase désespérante.

La précocité du traitement est, en matière de tuberculose osseuse en particulier, une nécessité absolue : il faut que le médecin, dès que le diagnostic est posé, sache imposer aux parents de l'enfant l'urgence de l'immobilisation dans un appareil approprié. Cette nécessité de combattre les préjugés des familles est une des difficultés de l'Orthopédie.

Rares sont les dévouements familiaux qui ont la persévérance d'aider l'orthopédiste à modifier un squelette d'enfant et à lui rendre son architecture normale, car c'est là œuvre du temps. D'habitude, les parents se lassent bien vite des dérangements, des pertes de temps, des dépenses qu'entraînent les traitements orthopédiques.

Les livres de vulgarisation, comme celui de M. Calot, sont donc des plus utiles, en apprenant à tous les médecins, — et par ricochet aux parents, — ce qu'on est en droit d'attendre des méthodes orthopédiques, quels excellents résultats sont obtenus par la patience, la persévérance et la foi dans la Science.

Dr P. Desfosses.

5° Sciences diverses

Tonnelat (E.). — **L'Expansion allemande hors d'Europe** (Etats-Unis, Brésil, Chantoung, Afrique du Sud). — 1 *vol. in-8° de* 280 *pages.* (*Prix* : 3 *fr.* 50.) *Libairie Armand Colin. Paris*, 1909.

L'ouvrage de M. Tonnelat traite à la fois de l'émigration et de la colonisation allemandes, questions étroitement liées dans l'histoire de l'expansion allemande.

Au point de vue de l'émigration, l'Allemagne occupe le deuxième rang parmi les nations européennes, avec six millions d'émigrants au cours des quatre-vingts dernières années, et elle offre cette particularité intéressante que, « loin de se disperser, de s'émietter à travers le monde, les émigrants allemands ont formé à l'Etranger un nombre restreint de groupements compacts », restés en relation avec la mère patrie. D'abord considéré comme une perte, ce formidable exode a été regardé dans la suite comme devant servir à la fois les intérêts matériels et moraux de l'Allemagne, « en apportant au monde, comme un ferment de progrès, toutes les coutumes et toutes les traditions que l'on désigne du terme général et commode de *Deutschtum* ».

Qu'en est-il en réalité? Le livre de M. Tonnelat, qui a étudié de près les settlements allemands aux Etats-Unis et au Brésil, permet de s'en rendre compte : « Aux Etats-Unis, entourés d'un peuple énergique, dominateur, les Allemands se sont laissé assimiler presque sans résistance. Dans l'Amérique du Sud, en revanche, les Allemands ont mieux gardé leur langue, leurs usages, leur caractère national. Pourtant, ce serait une erreur de croire qu'ils soient prêts à se considérer comme les sujets d'un plus grand empire allemand ».

Déçus de ce côté, le Gouvernement et les Sociétés coloniales allemandes ont essayé, depuis quelques années, de faire dévier l'émigration vers les terres du patrimoine national. D'une part, les Allemands ont appliqué le système de la pénétration pacifique au Chantoung, dans l'hinterland de leur possession de Kiaotchéou; mais les victoires retentissantes des Japonais sont venues contrecarrer leurs projets, que le réveil probable de la Chine pourrait bien détruire complètement un jour. D'autre part, l'Allemagne poursuit la mise en valeur de son domaine colonial africain. M. Tonnelat a choisi comme exemple typique de ses procédés de colonisation le Sud-Ouest africain, où, malgré la manière forte dont on a usé envers les indigènes, des centaines de millions de marks ont été engloutis sans grand profit pour les nouveaux possesseurs du sol.

Il serait injuste de juger la colonisation allemande sur ce seul exemple; les colonies du Togo, du Kameroun et de l'Est africain ont donné de meilleurs résultats et pourraient à certains égards être citées comme modèles. Quoi qu'il en soit, les partisans de l'impérialisme et de la politique mondiale allemande semblent avoir rencontré jusqu'à présent plus de déboires que de satisfactions.

Dunod et **Pinat**, *Editeurs.* — **Agendas pour 1909.** (**Chimie, Electricité, Mécanique, Construction, Mines et Métallurgie, etc.**). — *Chaque agenda, contenant environ* 400 *pages de texte et* 128 *pages pour notes journalières.* (*Prix* : 2 *fr.* 50).

MM. Dunod et Pinat viennent de publier leurs Agendas pour 1909, si appréciés des spécialistes. L'abondance des documents renfermés dans chacun de ces volumes en fait un véritable vade-mecum, et les chimistes, constructeurs, etc., réserveront certainement à ces nouveaux agendas le même bon accueil qu'ils ont fait à ceux des années précédentes.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 11 Janvier 1909.

1° Sciences mathématiques. — M. G. **Darboux** présente ses recherches sur les familles de Lamé engendrées par le déplacement d'une surface qui demeure invariable de forme. — M. **Harald Bohr** introduit la notion de série m fois indéterminée, due à Césaro, dans l'étude de la série de Dirichlet. — M. **F. Severi** recherche les conditions pour qu'une variété algébrique à trois dimensions possède des intégrales doubles de première espèce. — M. **W. H. Young** démontre un nouveau théorème fondamental de la théorie des différentielles des fonctions de deux variables. — M. **A. Korn** signale l'existence d'un point critique particulier de la solution des équations de l'élasticité dans le cas où les efforts sur la frontière sont donnés. — M. **H. Andoyer** donne les résultats de ses recherches sur le groupe des termes en e^3, dans la théorie de la Lune. — M. **M. Ringelmann** décrit un nouveau dynanomètre pour essais de moteurs à grande vitesse angulaire. En principe, il consiste en une lame de ressort radiale, fixée à l'extrémité d'un arbre portant un tambour, entraînant par courroie une résistance quelconque. — M. **A. Berget** indique une formule de vitesse applicable à la propulsion dans l'air des aéronats :

$$V = C\sqrt[3]{\frac{F}{S}},$$

où V est la vitesse en myriamètres à l'heure, F la force en chevaux-vapeur, S la surface de la section maxima du ballon en mètres carrés et C le coefficient d'utilisation de chaque dirigeable.

2° Sciences physiques. — M. **Foy** a mesuré au spectrophotomètre le pouvoir émissif de lames d'oxyde de cérium relatif à la radiation rouge $\lambda = 0,7\ \mu$ et a vérifié la formule théorique qu'il avait donnée précédemment. — M. **de Pezzer** décrit un appareil, adaptable à un phonographe quelconque, et qui, porteur d'une bande où se trouve inscrit le texte accompagnant la musique, amène continuellement sous les yeux de l'auditeur la traduction de chaque syllabe au moment même de son émission. — M. **G. de Fontenay** a reconnu que les impressions photographiques attribuées par le Dr Darget à un rayonnement de l'organisme humain sont dues, en réalité, à l'action de l'encre du papier imprimé ou écrit entourant la plaque. — M. **E. Baud** déduit, de l'étude des propriétés des solutions aqueuses de pyridine, qu'elles renferment au moins deux hydrates, l'un à 2, l'autre à environ $6H^2O$. A la température ordinaire, ces hydrates sont dissociés. — M. **M. Guerbet** a constaté que l'acide campholique gauche et ses dérivés, provenant de l'α-camphol gauche, présentent des propriétés semblables à celles des composés correspondants issus du camphre ou de l'α-camphol droit : ils en sont les inverses optiques. — MM. **A. Haller** et **E. Bauer** ont préparé les mono-, di- et tri-alkylacétophénones par l'action des halogénures alcooliques sur le produit de la réaction de l'amidure de Na sur l'acétophénone. — M. **P. Carré**, en réduisant l'*o*-nitrodiphénylméthane par NaOH alcoolique et la poudre de Zn, a obtenu un peu d'*o*-hydrazidodiphénylméthane, F. 148°-149°, et surtout de l'*o*-aminodiphénylméthane, F. 52°. — MM. **E. Kayser** et **A. Demolon** ont étudié l'influence de l'aération sur la formation des produits volatils dans la fermentation alcoolique. La proportion d'aldéhyde augmente d'abord; puis elle disparaît pour former de l'acide acétique.

3° Sciences naturelles. — MM. **H. Rieffel** et **J. Le Mée** ont constaté que les deux lobes thymiques sont toujours, au moins chez le nouveau-né, aisément séparables; le contact du thymus et du corps thyroïde est fréquent. Le nerf cardiaque inférieur droit et les nerfs phréniques sont en rapport avec le thymus. — M. **Marage** a observé que, quand le passage entre les deux registres, grave et aigu, est très marqué, le tracé des vibrations montre que la voix est tremblée et que certaines notes font défaut. — MM. **A. Thiroux** et **L. Teppaz** ont guéri par le traitement à l'orpiment seul des chevaux atteints de la trypanosomiase connue sous le nom de *baléri*. — MM. **L. Cuénot** et **L. Mercier** ont observé trois cas de tumeurs spontanées dans un élevage de souris : un sarcome sous-cutané, une tumeur épithéliale cornée sous-cutanée et une tumeur papillomateuse du poumon. — M. **A. Guépin** a extrait de la vessie d'un homme de soixante-huit ans, par cystotomie sus-pubienne, un énorme calcul du poids de 220 grammes. — M. **J. Pantel** a trouvé, chez les larves des Muscides, une série d'organes rudimentaires : chambres cardiaques, stigmates et trachées stigmatiques, trachées communicantes dorsales. — MM. **Chevallier** et **Sudry** ont étudié la source thermale de la Bise, qui jaillit au fond de l'étang de Thau. Sa composition se rapproche de celle des eaux minérales voisines de Balaruc-les-Bains.

Séance du 18 Janvier 1909.

M. **W. Kilian** est élu Correspondant pour la Section de Minéralogie. — La Section de Botanique présente la liste suivante de candidats à la place vacante par suite de la nomination de M. van Tieghem aux fonctions de Secrétaire perpétuel : 1° M. **L. Mangin**; 2° MM. **E. Bureau**, **J. Costantin** et **P. Dangeard**.

1° Sciences mathématiques. — M. **H. Poincaré** montre que la méthode de Fredholm permet de résoudre presque immédiatement certaines questions relatives au développement des fonctions en séries ou à leur représentation par des intégrales définies. — M. **J. Drach** généralise le problème de Beltrami et recherche les éléments linéaires pour lesquels les lignes géodésiques font partie d'un système linéaire à trois paramètres. — M. **W. Stekloff** généralise un théorème de Jacobi. — M. **M. Fréchet** démontre que toute fonctionnelle continue peut être représentée par la somme d'une série convergente de fonctionnelles d'ordres entiers. — M. **J. Chazy** montre qu'il existe des équations différentielles dont l'intégrale générale est uniforme ou a ses points critiques fixes, et dont l'intégrale singulière a des points critiques mobiles, c'est-à-dire variables avec les constantes d'intégration. — M. **F. Merlin** discute les mesures micrométriques faites à l'Observatoire de Lyon pendant l'éclipse de Soleil du 28 juin 1908 et indique les corrections à apporter aux différences d'ascension droite et de déclinaison de la Lune et du Soleil. — M. **A. de La Baume-Pluvinel** donne la description d'une lunette zénithale photographique, destinée à déterminer les coordonnées astronomiques du lieu où l'on opère. — M. **G. Lippmann** décrit un appareil pour mesurer l'accélération absolue des mouvements sismiques; c'est un pendule sismique muni d'une lentille qui projette sur un papier sensible l'image d'un point lumineux mobile, pris sur le fil d'un galvanomètre à corde traversé par un courant particulier. — M. **de Montessus de Ballore** émet l'hypothèse que les diverses ondes de la phase principale des sismogrammes correspondraient aux oscillations, autour de leur position d'équilibre, des blocs dont le réajuste-

ment est l'origine du séisme. — M. J. **Comas Sola** signale l'enregistrement du tremblement de terre du 28 décembre à l'Observatoire Fabra (Barcelone). Aucune des formules empiriques connues pour le calcul de la distance épicentrale ne donne correctement la distance observée; le meilleur résultat est obtenu par la formule de Jordan. — M. V. **Balthazard** décrit un procédé d'identification des projectiles de revolver en plomb nu tirés contre des personnes, au moyen de la trace de la trame du tissu qu'ils ont rencontré tout d'abord, trace que le projectile garde même après avoir pénétré dans le corps.

2° Sciences physiques. — M. J. **Becquerel** critique les récentes recherches de MM. du Bois et Elias relatives à l'influence de la température et d'un champ magnétique sur les spectres d'absorption et de phosphorescence, et montre qu'elles ne modifient en aucune façon les conclusions de ses propres expériences. — MM. L. **de La Rive** et C. **Eug. Guye** signalent une propriété caractéristique d'un réseau hexagonal de petits aimants : c'est l'orientation des aimants exclusivement suivant l'une des trois directions diagonales, même sous l'action d'un champ extérieur notable. — M. Th. **Guilloz** : Dispositif optique pour faire varier l'éclairement d'une surface suivant une loi déterminée d'avance (voir p. 146). — MM. C. **Matignon** et R. **Trannoy**, par l'action d'Al sur le phosphate tricalcique à chaud, ont obtenu rapidement un mélange de phosphure de calcium P^2Ca^3 et d'alumine, qui, sous l'action de l'eau, donne de l'hydrogène phosphoré avec un peu d'H. — M. F. **Bourion** a reconnu que l'action de S^2Cl^2 permet de préparer commodément à partir de leurs oxydes certains chlorures anhydres qu'on n'obtient pas par l'action de Cl et SCl^2. — M. G. **Denigès** signale certaines réactions colorées caractéristiques de la dioxy-acétone avec la codéine (bleue), la résorcine (orange), le thymol (rouge sang), le β-naphtol (verte). — M. M. **François** a reconnu que l'acétamide bromé hydraté d'Hofmann est un hypobromite d'acétamide $CH^3.CO.AzH^2.HOBr$, et que l'acétamide bromé du même auteur est un amide hypobromeux. — MM. A. **Haller** et Ed. **Bauer** ont constaté que les trialkylacétophénones, chauffées avec AzH^2Na en solution benzénique, se scindent presque quantitativement en benzène et amides des acides trialkylacétiques, que l'action du sulfate de nitrosyle transforme dans les acides libres. — MM. E. E. **Blaise** et H. **Gault** montrent que HCl lactonise l'éther dioxalsuccinique avec formation d'une lactone δ, en même temps qu'il le saponifie. — M. A. **Béhal** a étudié le mécanisme de la réaction de l'acide acétique sur le chlorure de benzyle, qui donne naissance à HCl, de l'aldéhyde benzoïque et de l'anhydride acétique. — M. **Martinand** a constaté que les oxydes alcalins et alcalino-terreux susceptibles de donner des peroxydes fixent l'oxygène de l'air sous une forme active et donnent des corps en tous points semblables aux oxydases organiques; il en est de même des carbonates alcalins.

3° Sciences naturelles. — M. R. **Minkiewicz** a observé que la rétine développe, dans certaines conditions, toute une série spectrale d'images successives, sans interruption par des teintes complémentaires. Ce phénomène est en complet désaccord avec les théories classiques de la vision. — M. H. **Guilleminot** montre les avantages des rayons X de haute pénétration, obtenus par filtrage, pour le traitement des tumeurs profondes. — M. F. **Henneguy** a étudié l'épithélium de l'œsophage des Bryozoaires ectoprotes; il est formé de cellules n'appartenant à aucune catégorie connue et qui renferment dans leurs parois des fibrilles musculaires striées. — M. P. **Lesne** a étudié les mœurs de la mouche de l'asperge (*Platyparea poeciloptera*) aux environs de Paris; il montre que la destruction des tiges mortes l'hiver n'est pas suffisante pour combattre cet insecte, mais qu'il faut assurer au fur et à mesure la destruction des pousses qui dépérissent prématurément. — M. E. **Roubaud** a étudié les conditions de viviparité et de vie larvaire de la *Glossina palpalis*. Les Glossines femelles peuvent régler directement leur propre gestation. — M. A. **Billard** a procédé à la revision des Sartulariidées de la collection du British Museum. — MM. L. **Léger** et O. **Duboscq** ont constaté que, chez les types les plus divers d'Actinocéphalides, le processus sexué, qui rappelle beaucoup celui des *Stylorhynchus*, se déroule avec une remarquable uniformité. — MM. A. **Laveran** et **Salimbeni** ont trouvé chez un grand Saurien du Brésil une hémogrégarine nouvelle, qu'ils nomment *H. tupinambis*, et qui est intéressante par les altérations qu'elle provoque dans les hématies qu'elle envahit. — M. Ch. **Depéret** termine l'étude des migrations des Mammifères tertiaires par celles des temps pliocènes.

Séance du 25 Janvier 1909.

M. L. **Mangin** est élu Membre de la Section de Botanique en remplacement de M. Ph. van Tieghem, nommé secrétaire perpétuel.

1° Sciences mathématiques. — M. E. **Goursat** applique la théorie des caractéristiques à l'étude de la déformation des surfaces à courbure négative. — M. A. **Lacroix** présente le résumé des observations de M. Riccò sur le tremblement de terre de Sicile et de Calabre du 28 décembre dernier. Il est d'origine tectonique et sa zone épicentrale se trouve dans le détroit de Messine même. La hauteur du raz de marée qu'il a déterminé a varié de $2^m,3$ à 6 mètres suivant les points. — M. A. **Angot** communique le sismogramme du tremblement de terre du 23 janvier enregistré au Parc-Saint-Maur; l'épicentre paraît être distant d'environ 3.700 kilomètres.

2° Sciences physiques. — M. **Moureaux** indique la valeur des éléments magnétiques à l'Observatoire du Val-Joyeux (Seine et-Oise), au 1er janvier 1909. Déclinaison occidentale 14° 36',31; inclinaison 64° 43',8; composante horizontale 0,19733; composante verticale 0,41803. — M. G. **Reboul** a étudié les phénomènes électro-capillaires dans les gaz aux basses pressions; les résultats obtenus s'expliquent par l'existence d'une couche électrique double à la surface métal-gaz : le feuillet positif serait du côté du métal, le négatif du côté du gaz. — M. **Jégou** décrit un dispositif pour renforcer sensiblement le son perçu dans la réception des messages radiotélégraphiques avec détecteur électrolytique et son application pour servir d'appel. — M. E. **Estanave** simplifie son procédé d'obtention du relief stéréoscopique par le moyen des réseaux. Le réseau est tracé sur l'une des faces de la plaque photographique même, l'autre face recevant l'émulsion; la glace dépolie est remplacée par un vernis recouvrant l'émulsion ou simplement par une émulsion à aspect mat. — M. J.-B. **Senderens** est parvenu, en faisant passer des vapeurs d'alcool éthylique (même contenant un peu d'eau) sur de l'alumine précipitée, à 240°-260°, à une déshydratation presque quantitative en oxyde d'éthyle. — MM. A. **Guyot** et E. **Michel**, en condensant les éthers mésoxaliques avec les amines aromatiques tertiaires, ont obtenu des éthers phényltartroniques, dont les acides correspondants sont faciles à transformer en aldéhydes, acides glyoxyliques et glycoliques. — MM. L. **Hugounenq** et A. **Morel** ont obtenu, par l'hydrolyse fluorhydrique ménagée de la pepsine et de la gélatine, plusieurs peptides naturels définis : diarginyl-arginine, glutamyl-lysine, lysyl-lysine, arginyl-arginine. — M. J. **Effront** a provoqué la fermentation ammoniacale des vinasses de distillerie de deux manières : en milieu strictement anaérobie, avec une culture pure de ferment butyrique; en milieu aérobie, avec de la terre végétale. La fermentation avec la terre est plus rapide et plus complète.

3° Sciences naturelles. — M. A. **Moutier** a appliqué la d'arsonvalisation d'une façon locale, chez des malades présentant de l'hypertension artérielle surtout dans la région céphalique; dans tous les cas, on a observé la disparition des phénomènes objectifs et la diminution de la pression artérielle au niveau de la temporale. —

M. F. Vlès a étudié les fibres musculaires striées en lumière polarisée; elles forment un système optique très complexe. — M. J. Pantel a reconnu, par l'étude de la musculature tégumentaire longitudinale, que le tronc des larves de Muscides compte toujours 11 segments, 4 pour le thorax et 7 pour l'abdomen; ce nombre est porté à 12 en ajoutant le segment pseudocéphalique ou buccal. — M. J. Dybowski montre que le caféier de l'Oubanghi (*Coffea Congensis*) est réfractaire à la maladie de l'*Hemileia;* il pourra servir à régénérer les plantations attaquées par ce parasite. — M. F. Rabowski signale l'extension de la nappe rhétique dans les Préalpes bernoises et fribourgeoises. — M. A. Jeannet établit également la présence de la nappe rhétique dans les Préalpes vaudoises de la rive droite du Rhône. — M. E. Jourdy a constaté l'existence de plissements écrasés et d'écailles de charriage sur les deux flancs du grand synclinal carbonifère de la Bretagne et de l'Anjou. — M. P. Fliche décrit une Algue fossile trouvée dans le Cinémurien supérieur de Rimogne (Ardennes), qu'il nomme *Liasophycus scythothalioides*. Elle est fortement incrustée de carbonate de chaux, qui a permis sa conservation. — Le Prince Albert Ier de Monaco donne quelques détails sur la dixième campagne scientifique de la *Princesse-Alice II*. — M. F. Nansen recommande à l'attention de l'Académie le projet d'expédition polaire de R. Amundsen, comportant une dérive dans le bassin arctique analogue à celle de Nansen sur le *Fram*.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 12 Janvier 1909.

M. Linossier, discutant le Rapport de M. Moureu sur l'emploi des composés arsenicaux en Agriculture, estime que l'autorisation en bloc comme l'interdiction absolue sont des solutions trop radicales. La conclusion intermédiaire : interdiction des arsenicaux solubles et de l'arséniate de plomb, avec tolérance et stricte réglementation de l'emploi des arsénites et arséniates de cuivre, déjà adoptée par le Conseil d'Hygiène de la Seine, lui paraît s'imposer. — M. L.-E. Bertrand signale de nouveau l'état endémo-épidémique de la fièvre typhoïde à Toulon, qui s'explique par la contamination continue des eaux souterraines résultant de coutumes de vidange déplorables. La fièvre typhoïde présente des périodes de recrudescence qui coïncident avec le maximum de la température moyenne et le minimum de la hauteur moyenne de pluie. Il y aurait lieu de modifier le mode actuel d'approvisionnement de la ville en eau potable et de créer un système d'égouts; en attendant, aux périodes de recrudescence, il faudrait ne consommer que de l'eau stérilisée ou bouillie. — M. A. Chantemesse rappelle que la coagulabilité du sang augmente considérablement dans certains états pathologiques, en particulier chez les nouvelles accouchées et les femmes opérées d'un fibrome utérin, avec, pour conséquence, la thrombose et l'embolie. L'absorption d'acide citrique à petite dose a pour effet de diminuer cette coagulabilité et de résoudre les caillots qui peuvent se former dans la coagulation. La mesure de la coagulabilité du sang est une méthode clinique à recommander chez certains malades.

Séance du 19 Janvier 1909.

MM. E. Lambling (de Lille) et Gilbert (de Moulins) sont élus Correspondants nationaux dans la Division de Physique et Chimie médicale et Pharmacie.

MM. A. Gautier, Hanriot et P. Cazeneuve parlent en faveur de l'interdiction absolue des composés arsenicaux, tandis que M. J. Lucas-Championnière préférerait une réglementation sévère. — M. Ch. Monod a fait une série d'essais prolongés sur le *traitement de la tuberculose par le sérum de Marmorek*. Il a constaté une action certaine sur les sujets atteints de la maladie : bien-être éprouvé par les malades, augmentation de poids, diminution de l'expectoration et de la toux, chute de la fièvre, disparition des bacilles dans les crachats, et, dans les tuberculoses chirurgicales, fermeture des fistules, modification d'aspect des plaies, etc. Ces phénomènes favorables peuvent aller jusqu'à constituer dans certains cas, surtout dans ceux de date récente, une guérison complète. Dans d'autres, l'amélioration est seulement subjective, c'est-à-dire que le malade est soulagé ou se croit guéri, alors que le médecin constate des indices certains de la persistance du mal. Trop souvent encore, enfin, le résultat est négatif. Il n'en reste pas moins que le sérum de Marmorek, dont l'innocuité est absolue quand on l'emploie dans de bonnes conditions, peut avoir une action réellement efficace.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 22 Janvier 1909.

MM. A. Lelièvre et Ed. Retterer montrent que les hématies sphériques et hémisphériques possèdent une charpente réticulée et nucléaire, en partie basophile. A mesure que l'hématie évolue et vieillit, le réticulum devient acidophile et se confond avec la masse amorphe, acidophile, de l'hématie. — M. N. Gréhant propose d'utiliser le lapin pour la recherche et le dosage de l'oxyde de carbone dans les mines de houille et les appartements — MM. P. Carnot et C. Deflandre ont constaté, chez la femme, au moment de l'hémorragie menstruelle, une diminution très importante du nombre des hématies, pouvant atteindre le 1/4 ou le 1/5 de la quantité totale. Le retour à la normale se produit en une semaine environ. — MM. J. Renaut et G. Dubreuil montrent que les ostéoblastes, et les cellules osseuses en lesquelles évoluent seulement certains d'entre eux, répondent à des termes particuliers et élevés de la lignée connective, dont le lymphocyte est le terme initial. — M. Ed. Retterer a reconnu que le tissu du follicule clos provient de la prolifération et de la transformation des cellules épithéliales. Il en résulte un complexus cellulaire à cytoplasma commun et noyaux nombreux. Après s'être différencié, le cytoplasma subit une fonte partielle, d'où la formation du tissu réticulé à éléments libres et mailles vides. — M. Ch. Julin a découvert que les embryons isolés de *Pyrosoma* sont phosphorescents; cette luminosité a deux sources distinctes : les cellules du testa et les glandes latérales des quatre ascidiozoïdes primaires. — MM. Moussu et Le Play ont constaté que la glande surrénale, greffée sur la rate, ne conserve qu'une activité physiologique fort restreinte; elle ne peut, en tous cas, suppléer à l'absence de cet organe. — MM. A. Railliet et A. Henry proposent une nouvelle classification des *Strongylidæ* et font connaître quelques formes nouvelles. — M. M. Neveu-Lemaire signale la présence d'une larve de Ligule (*Ligula simplicissima*) dans la cavité cranienne d'une tanche (*Tinca vulgaris*). — MM. L. Rénon et A. Delille préconisent la médication opothérapique associée, qui permet, par l'adjonction d'autres extraits, d'atténuer les inconvénients de l'extrait principal. — MM. H. Busquet et V. Pachon montrent que l'insufflation de vapeurs de chloroforme au cobaye soumis à la respiration artificielle provoque des trémulations fibrillaires du cœur. — MM. A. Sartory et A. Filassier montrent que, dans les locaux collectifs, l'emploi des ventilateurs ordinaires est sans utilité; au contraire, ils créent de véritables tourbillons d'air susceptibles d'entraîner avec eux des poussières souvent fort dangereuses. — M. Lippens différencie le colibacille du bacille d'Eberth par l'action réductrice du premier sur l'hémoglobine du sang, qu'il transforme en une couleur violette. — M. E. Poyarkoff a trouvé dans le foie des Cyclas des environs de Bordeaux un Infusoire cilié nouveau, du groupe des Astomes, qu'il nomme *Cepedella hepatica*. — MM. Cl. Regaud et J. Mawas ont mis en évidence des formations mitochondriales dans les cellules des acini salivaires et les cellules

striées de l'épithélium des canaux salivaires de l'âne, du chien et du chat. — M. A. **Policard** a constaté que la substance caractéristique des mitochondries se colore en gris noirâtre par les vapeurs osmiques; après osmication, elle résiste à l'action de l'acide acétique et sa partie lipoïde n'est plus soluble dans le xylène. — MM. A. **Gouin** et P. **Andouard** ont observé des fuites dans le bilan azoté de la nutrition; une partie provient de la perte d'azote pendant la dessiccation des fèces. — MM. **Léopold-Lévi** et H. **de Rothschild** signalent un cas d'instabilité motrice provoquée par le traitement thyroïdien : passage de l'état d'acro-cyanose à l'état d'acro érythrose. — MM. **Variot** et P. **Lassablière** ont constaté que, chez des enfants dont la croissance a été considérablement retardée, l'encéphale n'a pas été entravé dans son développement; le squelette a aussi souffert moins que les autres tissus du corps. — M. **Ed. Sergent** a observé que les moustiques (*Culex Mariæ*) ayant vécu à l'état larvaire dans l'eau douce et éclos sur l'eau douce ont une tendance générale à perdre leur habitude spécifique d'aller pondre sur l'eau salée et sont retournés vers l'eau douce. — MM. **Ch. Achard** et L. **Ramond** ont mesuré la résistance leucocytaire par l'action de solutions hypotoniques de chlorure de sodium. — M. **Jungano** a trouvé, parmi la flore intestinale anaérobie du rat, deux espèces nouvelles : un gros bacille filamenteux et un bacille diphtéroïde. — MM. **Ed. Lesné** et **Cawadias** ont injecté à des cobayes des macérations de journaux imprimés ayant servi à des tuberculeux; à l'autopsie des cobayes, on n'a constaté aucune lésion de tuberculose.

Séance du 23 *Janvier* 1909.

M. A. **Clerc** a constaté que certains Culicides peuvent régulièrement infester l'eau de mer stagnante, même concentrée. — MM. A. **Ranc** et A. **Nantet** ont reconnu que la cyanamide, comme les cyanures, détruit les globules rouges, mais par un mécanisme différent. — M. **Jungano** décrit deux nouveaux bacilles, un bacille granuleux et un bacille naviforme, faisant partie de la flore intestinale anaérobie du rat. — M. F. **Guéguen** est parvenu à obtenir des cultures de *Xylaria polymorpha* en semant sur carotte cuite les conidies bien mûres que l'on obtient en conservant sous cloche humide les clavules vivantes. — M. A. **Besredka** empêche les troubles anaphylactiques chez les cobayes hypersensibles en injectant dans le péritoine 5 centimètres cubes de sérum ; la substance immunisante peut être obtenue par dialyse du sérum à travers les sacs en collodion. — MM. H. **Busquet** et V. **Pachon** ont constaté que : tandis qu'en circulation artificielle à travers le cœur, les divers sels de sodium compatibles avec le fonctionnement cardiaque suppriment uniformément le pouvoir cardio-inhibiteur du vague, en injection intravasculaire, les sels de Na dont les sels correspondants de Ca sont insolubles dans le sang suppriment seuls le fonctionnement de l'appareil d'arrêt cardiaque. — MM. W. **Œchsner de Coninck** et E. **Chauvenet** ont observé qu'à une température peu élevée l'iodoforme entre en réaction avec plusieurs oxydes métalliques en dégageant CO^2. — MM. H. **Claude** et A. **Schmiergeld** signalent un cas d'adénome parathyroïdien, caractérisé par la multiplication des éléments chromophiles ou oxyphiles. — M. M. **Weinberg** a reconnu que la recherche des anticorps spécifiques dans l'échinococcose par la méthode de déviation du complément est plus sûre que le précipito-diagnostic. — MM. M. **Weinberg** et L. **Boidin** montrent qu'il n'existe pas, chez les malades atteints d'échinococcose, de parallélisme constant entre le degré de l'éosinophilie sanguine et la richesse du sérum en anticorps spécifiques. — M. J. **Joly** a étudié les variations de l'hémoglobine, du nombre des globules rouges et de la valeur globulaire aux différentes périodes de la vie chez le rat blanc. L'hémoglobine ne s'élève qu'après le nombre des globules rouges. — MM. G. **Dubreuil** et Cl. **Regaud** montrent que la séparation des sexes a sur le rut spontané une influence ralentissante; le mélange des sexes a, sur le rut de la lapine, une influence accélératrice considérable. — M. A. **Menegaux** donne quelques détails sur le nid du Fournier, d'après des exemplaires reçus de la République Argentine. — M. A. **Lécaillon** conclut, des faits qu'il a observés sur la cicatricule de l'œuf non fécondé de Paon, que cet œuf subit une segmentation tout à fait semblable à celle qui se produit dans l'œuf non fécondé de Poule. — MM. A. **Richaud** et **Bidot** ont constaté que les liquides d'hydrosalpinx renferment une quantité élevée de cholestérine et aussi de la pseudomucine. — MM. P. **Carnot** et A. **Lelièvre** ont observé sur les cellules bordantes de l'estomac une double ordination, par rapport à la lumière fundique et par rapport aux vaisseaux. — MM. H. **Roger**, L. **Bory** et A. **Sartory** ont trouvé à l'autopsie d'un malade une mycose du poumon gauche, due à une *Oospora* nouvelle, qu'ils dénomment *O. pulmonalis*. — M. A. **Sicre** montre qu'il ne faut pas attribuer une valeur rigoureuse au virage du rouge neutre en tant qu'indice spécifique de la présence du colibacille. — MM. A. **Rodet** et **Lagriffoul** ont constaté que le sérum des animaux immunisés par des injections intra-veineuses de bacilles d'Eberth vivants ne possède jamais qu'un pouvoir bactéricide ou sensibilisateur très médiocre. — MM. C. **Levaditi** et L. **Nattan-Larrier** ont reconnu que le *Piroplasma canis*, comme les trypanosomes, provoque des modifications du sérum appréciables par le procédé de la fixation du complément; mais il s'agit ici d'un simple phénomène de précipitation exagérée. — MM. Ch. **Esmein** et M. **Parvu** montrent que l'ascite de la cirrhose syphilitique du foie peut présenter une réaction spécifique par la méthode de Wassermann. — MM. L. **Morel** et E.-F. **Terroine** ont observé que le dédoublement par le suc pancréatique d'éthers de même composition chimique varie beaucoup suivant la configuration moléculaire de ces éthers.

RÉUNION BIOLOGIQUE DE NANCY

Séance du 8 *Décembre* 1908.

M. L. **Cuénot**, pour vérifier si les mâles d'abeilles proviennent d'œufs parthénogénétiques, a entrepris des expériences de croisement entre l'abeille noire commune femelle et l'abeille jaune (*golden bee*) mâle. Les ouvrières obtenues étaient toutes hybrides; sur les trois cents mâles, une douzaine présentaient des bandes ou des taches jaunes, qui peuvent être l'indice soit d'une hybridation, soit d'une simple variation de l'abeille commune. — M. N. **Niskoubina** a constaté que l'activité glandulaire du corps jaune cesse brusquement vers le quinzième jour, c'est-à-dire le milieu de la gestation chez la lapine; le corps jaune exerce, pendant ces quinze premiers jours, une action physiologique manifeste sur la gestation : il met l'utérus dans les conditions nécessaires pour assurer le développement de l'œuf fécondé. — MM. M. **Lucien** et J. **Parisot** ont observé que le poids absolu et relatif de l'hypophyse chez les animaux thyroïdectomisés est toujours plus considérable que chez les animaux témoins. — M. Th. **Guilloz** décrit un procédé optique, basé sur l'emploi d'une lentille cylindrique et d'un diaphragme, pour répartir sur une surface rectangulaire un éclairement uniforme suivant l'ordonnée et variant suivant l'abscisse d'après une loi quelconque déterminée. Il montre comment on peut appliquer ce procédé à l'étude de l'action des radiations sur les êtres vivants. — MM. P. **Jeandelize** et J. **Parisot** ont reconnu que les lapins thyroïdectomisés présentent tous de l'hypotension artérielle par rapport à leurs témoins de même portée.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE FRANCE

Séance du 8 *Janvier* 1909.

La Société procède au renouvellement de son Bureau, qui est ainsi constitué pour l'année 1909 :

Président : M. **Pascalis**;
Vice-Présidents : MM. **A. Haller, G. André, A. Béhal** et **Ch. Moureu**;
Secrétaire général : M. **P. Freundler**;
Secrétaire : M. **Marquis**;
Trésorier : M. **Petit**.

SOCIÉTÉ ANGLAISE DE CHIMIE INDUSTRIELLE

SECTION DE LONDRES

Séance du 9 Novembre 1908.

MM. **C. F. Cross** et **E. J. Bevan** présentent quelques recherches nouvelles sur *la chimie de la cellulose*. Ils ont étudié la décomposition qui se produit souvent au centre des balles de jute importées et qui transforme une grande partie de la substance de la fibre (lignocellulose) en matière friable, dont une partie est soluble dans l'eau, et une autre partie soluble dans les alcalis dilués. On a observé une décomposition similaire dans la pulpe de bois mécanique, due probablement à des micro-organismes. Les auteurs se sont occupés, d'autre part, des qualités structurales de la cellulose et ils ont reconnu qu'elles ne dépendent pas des groupes OH.

SECTION DU YORKSHIRE

Séance du 9 Novembre 1908.

M. **H. G. Bennett** a fait des expériences de tannage avec l'écorce de mimosa. La grande astringence du tanin du mimosa nécessite l'emploi d'une acidité un peu plus élevée que d'ordinaire. Le cuir obtenu est ferme et de bonne qualité; il est remarquablement clair, étant donnée la couleur rouge de l'écorce et des liqueurs qu'on en retire.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE VIENNE

Séance du 10 Décembre 1908 (suite).

1° Sciences physiques. — MM. **F. Haiser** et **F. Wenzel** n'ont pu obtenir à l'état cristallisé le pentose dérivé de l'inosine; sa solution aqueuse a comme pouvoir rotatoire $[\alpha]_D = -19^\circ,6$. Les auteurs admettent l'existence de *d*-xylose dans l'inosine et l'acide inosique.

2° Sciences naturelles. — M. **F. Knoll** montre que le mouvement des chloroplastes, chez les plantes supérieures, n'a pas lieu par des pseudopodes, comme l'admet Senn, mais vraisemblablement par des contractions locales des fils d'un réseau plasmatique existant dans le cytoplasma, donc *passivement*. Il s'agit probablement ici de la même formation étudiée par Lidforss sous le nom de « fils de conjugaison kinoplasmatiques entre le noyau cellulaire et les chromatophores ».

Séance du 17 Décembre 1908.

1° Sciences physiques. — M. **C. Auer von Welsbach** a reconnu, par des cristallisations fractionnées poussées très loin, que le thulium n'est pas un corps homogène; il se compose principalement de deux éléments et en petite quantité d'un troisième qui se rattache à l'erbium. Le premier, analogue à l'aldébaranium, forme un sesquioxyde blanc pur, d'où l'on prépare des sels incolores, sans spectre d'absorption. Il est caractérisé par un spectre d'étincelles brillant. Le second élément donne aussi un sesquioxyde presque incolore; mais ses sels ne le sont pas tout à fait et fournissent le spectre d'absorption caractéristique du thulium. Cet élément est très peu volatil et son spectre d'étincelles peut facilement passer inaperçu en présence d'autres corps. — M. **H. Meyer** a obtenu une forme énolique stable (dianthranol) de la dianthrone, laquelle fournit par oxydation ménagée la bianthrone. Le dianthranol donne un dérivé diacétylé et un dérivé diméthylé.

2° Sciences naturelles. — M. **E. Zuckerkandl** présente ses recherches sur le cartilage de Jacobson et l'ossification du vomer. L'auteur montre qu'une partie de l'os vomer provient de l'ossification d'un tissu conjonctif et une autre partie de la base du cartilage de Jacobson. — MM. **J. Schaffer** et **H. Rabl** ont étudié le système thyréo-thymique de la taupe et de la musaraigne. Leurs recherches ont porté à la fois sur le fœtus et sur l'animal adulte. — M. **V. Vouk** a reconnu que le verdissement prononcé des feuilles des arbres toujours verts, qui, d'après Wiesner, se produit un à deux ans après la cessation de leur croissance, coïncide avec une multiplication des chloroplastes. Cette multiplication a lieu exclusivement par division, directe ou indirecte.

ACADÉMIE DES SCIENCES D'AMSTERDAM

Séance du 31 Octobre 1908.

1° Sciences mathématiques. — M. **P. H. Schoute** : *Sur un groupe de polyèdres admettant des plans diagonaux, déduit de polytopes.* L'auteur entend par « plan diagonal » d'un polyèdre un plan ne coupant ce corps que suivant des arêtes, par « espace diagonal » d'un polytope un espace ne coupant cette figure quadridimensionale que suivant des faces. Il étudie en particulier les sections de la cellule régulière C_{600}, qui jouissent de la propriété qu'une arête quelconque se trouve en deux plans diagonaux formant avec les plans des deux faces par cette arête un rapport anharmonique constant $\frac{1}{2}(3+\sqrt{5})$, et plus spécialement encore les sections par des espaces contenant des arêtes de cette cellule, auquel cas le nombre des plans diagonaux passant par une de ces arêtes peut s'élever à quatre. — M. **D. J. Korteweg** présente au nom de M. **J.-A. Barrau** : *Le problème combinatoire de Steiner.* Il s'agit du problème : Pour quelles valeurs de n et de combien de manières différentes est-il possible d'indiquer un nombre de combinaisons de n éléments pris p à p, sous la condition que chacune des combinaisons q à q de ces éléments y figure une seule fois? L'auteur s'occupe des cas $p>3$, $q>2$. En indiquant le système satisfaisant aux conditions du problème par $S(p, q)n$, il étend plusieurs théorèmes donnés en 1893 par M. E. Netto. — M. J. de Vries présente au nom de M. **M. Stuyvaert** (Gand) : *Sur certaines courbes gauches du sixième ordre.* L'auteur présente un aperçu rapide des résultats que l'on peut obtenir en appliquant aux courbes gauches de genre deux et d'ordre cinq ou six les propriétés élémentaires des matrices, sujet sur lequel il a fait paraître récemment un volume intitulé « Cinq études de Géométrie analytique » (Gand, van Goethem, 1908). — Rapport de MM. J. de Vries et W. Kapteyn sur l'étude de M. **M.-J. van Uven** : « Algebraische Strahlencongruenzen und verwandte complexe Ebenen als Schnitte derselben » (*Congruences algébriques et leurs intersections comme plans correspondants complexes*). L'auteur s'imagine une relation fonctionnelle entre les variables complexes z, w de deux plans. Si ces deux plans sont parallèles, la congruence qui est formée des droites de jonction des points correspondants a la propriété que chaque couple de sections parallèles détermine une relation fonctionnelle nouvelle en rapport avec la relation originale. Les relations fonctionnelles examinées sont de la forme $zw=1$, $z=w^2$, $z=w^n$, $z=w^{-n}$, $z^2=aw^3+bw+d$, etc. L'étude paraîtra dans les Mémoires de l'Académie.

2° Sciences physiques. — M. **J.-D. van der Waals** : *Contribution à la théorie des mélanges binaires.* X. L'intersection des courbes $\frac{d^2\varepsilon}{dx^2}=0$ et $\frac{d^2\varepsilon}{dt^2}=0$. — Ensuite M. Van der Waals présente au nom de son fils **J.-D. van der Waals Jr** : *Sur la loi de l'attraction moléculaire des points doubles électriques.* — M. H. Kamerlingh Onnes présente au nom de M. **W. Voigt** : *Einige Bemerkungen über die Leidener Beobachtungen des Zeeman-Effectes bei tiefen Temperaturen.* Quel-

ques remarques sur les observations de l'effet Zeeman à des températures basses faites à Leyde. — M. H.-A. Lorentz présente au nom de M. **O. Postma** : *Sur la déduction cinétique de la seconde loi principale de la Thermodynamique*. Dans une communication précédente (*Rev. génér. des Sc.*, t. XIX, p. 128), l'auteur a tâché d'indiquer comment on peut s'imaginer qu'un ensemble de systèmes de molécules ne possédant que de l'énergie cinétique passe à un état où toutes les combinaisons de position et de vitesse des molécules ont la même fréquence. Dans cet état final, les molécules ont une distribution régulière et elles possèdent la distribution des vitesses dite de Maxwell. Ce résultat exige un complément. Comme le problème de la distribution des positions et celui de la distribution des vitesses ont été résolus l'un après l'autre, le résultat dit qu'enfin les molécules admettront une distribution de position régulière par rapport à toutes les vitesses prises ensemble et qu'elles possèderont la distribution des vitesses de Maxwell pour le vase entier. Cela ne prouve pas encore que, pour une série restreinte de vitesses, la distribution des positions soit déjà régulière et que la distribution des vitesses de Maxwell existe dans toute partie restreinte du vase. L'auteur donne ici ce complément nécessaire. — M. **J.-P. van der Stok** présente au nom de M. **W. van Bemmelen** : *Enregistrement du courant terrestre à Batavia*. III. — M. **A.-F. Holleman** présente, en son propre nom et en celui de M. **J.-J. Polak** : *Sur la bromuration du toluène*. — M. S. Hoogewerff présente au nom de M. **N.-L. Söhngen** : *La décomposition de l'urée en l'absence de substances albumineuses*. 1. Considérations générales. L'urée comme source d'énergie. 2. Sels de calcium d'acides organiques comme source de carbone. *Urobacillus leubii* Beyerinck. *Urobacillus freudenreichii* Miquel. *Urobacillus maddoxii* Miquel. *Urobacillus duclauxii* Miquel. *Urobacillus jakschii*. 4. L'irisation des plaques de culture. 5. Résultats. — M. **J.-M. van Bemmelen** : Nähere Betrachtungen über die von G. Tschermak angenommenen Kieselsäuren (Etude plus détaillée des acides siliciques distingués par M. G. Tschermak).

3° Sciences naturelles. — M. **H.-J. Hamburger** : *La perméabilité des cellules du sang pour le calcium*. En général, l'accroissement de la pression osmotique du sérum sanguin cause un transport du calcium vers les corpuscules du sang. Si cet accroissement est dû à la présence d'un sel (électrolyte), il se manifeste de plus un mouvement contraire du calcium sous l'influence du cation du sel, mais ce dernier mouvement n'a pas beaucoup d'intensité. — M. H. Zwaardemaker présente au nom de M. **A.-K.-M. Noyons** : *Sur l'indépendance du cardiogramme électrique par rapport au cardiogramme de forme*. — M. C.-S.-A. Wichmann présente au nom de M. **P. Schmutzer** : *La constitution minéralogique et chimique de quelques pierres du Mont Müller du Bornéo central*. La communication s'occupe de quatre minerais collectionnés par M. G.-A.-F. Molengraaf et analysés par M. Dittrich. — M. **C. Winkler** présente, aussi au nom de M. **D.-M. van London** : *Sur la fonction du groupe-noyau ventral du thalamus opticus de l'homme*. — M. A.-A.-W. Hubrecht présente au nom de M. **J.-F. van Bemmelen** : « Ueber den Unterschied zwischen Hasen-und Kaninchenschädel » (Sur la différence entre le crâne du lièvre et celui du lapin). Sont nommés rapporteurs MM. M. Weber et L. Bolk.

Séance du 28 Novembre 1908.

1° Sciences mathématiques. — M. **P.-H. Schoute** : *Sur des réseaux quadridimensionaux et leurs sections avec des espaces*. III. Les sections du réseau (C_{16}). Tables et figures en rapport avec ces sections et les réseaux tridimensionaux tant soit peu réguliers qui en découlent. Le polyèdre (10, 20, 12), composé d'un cube portant sur deux faces opposées des pyramides régulières dont ces faces forment les bases et dont la hauteur est égale à la moitié de l'arête de base, remplit l'espace tridimensional, en trois positions différentes, rectangulaires l'une à l'autre. — M. **J.-P. van der Stok** : *Sur les fréquences de l'état journalier moyen des nuages du ciel à Batavia*. Etude se basant sur les observations par heure faites depuis 1880. Tandis que les climats boréaux se caractérisent par un grand nombre de jours où le ciel est tout à fait couvert de nuages ou tout à fait sans nuages (surtout en avril et en septembre), ces valeurs extrêmes de l'état nuageux sont très rares à Batavia. En 26 ans, le ciel n'a été d'une sérénité parfaite qu'une fois, c'est-à-dire en un cas sur 9.500, tandis qu'un ciel tout à fait couvert se présente durant l'année entière 3 fois sur 200 et dans la mousson occidentale 4 fois sur 100.

2° Sciences physiques. — M. **J.-D. van der Waals** : *Contribution à la théorie des mélanges binaires*, XI. Lieu des intersections des courbes $\frac{d^2\psi}{dx^2}=0$ et $\frac{d^2\psi}{dy^2}=0$. — Ensuite M. van der Waals présente au nom de M. **A. Keesing** : *Les températures des points de plissement*

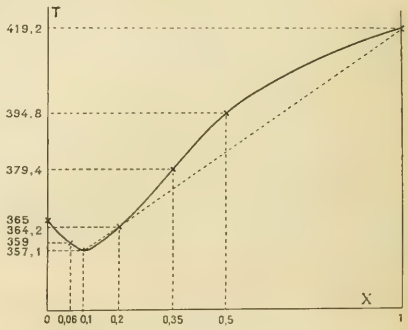


Fig. 1. — *Diagramme du système eau-phénol.*

du système eau-phénol. La projection (t, x) de la ligne des points de plissement (voir le diagramme) montre : 1° qu'en effet, le système en question possède une température minimum des points de plissement; 2° que cette température minimum correspond à peu près à $x=0,1$; 3° que les points aux abscisses $x=0,1$, $x=0,2$, $x=1$ sont tant soit peu collinéaires, ce qui prouve que la projection de la courbe des points de plissement admet un point d'inflexion.

3° Sciences naturelles. — M. **W. Burk** : *La signification biologique de la sécrétion du nectar par la fleur*. D'après l'auteur, la question se pose de savoir de quels moyens l'ovaire de la fleur dispose pour échapper, dans l'état de repos, aux conséquences périlleuses d'une transpiration excessive. Il croit que la sécrétion du nectar remplit cette fonction protectrice. Etude de la sécrétion du nectar chez le *Frisillaria imperialis*. — M. **S.-H. Koorders** : *Quelques remarques systématiques et géographiques sur les Casuarinacées de Java, surtout celles de l'Herbier de Leyde et d'Utrecht*. — Rapport de MM. M. Weber et L. Bolk sur l'étude de M. **J. F. van Bommelen** : Ueber den Unterschied zwischen Hasen-und Kaninchen-schädel (Sur la différence entre le crâne du lièvre et celui du lapin). L'étude paraîtra dans les Mémoires de l'Académie.

P. H. Schoute.

Le Directeur-Gérant : Louis Olivier.

Paris. — L. Maretheux, imprimeur, 1, rue Cassette.

20e ANNÉE N° 4 28 FÉVRIER 1909

Revue générale des Sciences pures et appliquées

DIRECTEUR : **LOUIS OLIVIER**, Docteur ès sciences.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. L. OLIVIER, 18, rue Chauveau-Lagarde, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et dans tous les pays étrangers, y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Distinctions scientifiques

Election à l'Académie des Sciences de Paris. — Dans sa séance du 15 février, l'Académie a procédé à l'élection d'un membre dans sa Section de Chimie, en remplacement de M. A. Ditte, décédé. La Section avait présenté la liste suivante de candidats : 1° M. E. Jungfleisch ; 2° MM. A. Etard et J. Le Bel ; 3° MM. A. Béhal, L. Bouveault, A. Colson, M. Hanriot et Ch. Moureu.

Au premier tour de scrutin, M. E. Jungfleisch a été élu par 38 suffrages sur 47 votants.

Les travaux du nouvel académicien sont trop connus pour que nous ayons à les relater ici. Tout jeune, il s'illustra, comme on sait, en démontrant la possibilité de créer de toutes pièces, à partir des éléments, des produits dissymétriques. On peut dire de ses recherches qu'elles se sont étendues au domaine entier de la Chimie organique. Depuis l'année 1869, où il soutint sa thèse sur les anilines chlorées, jusqu'aujourd'hui, M. Jungfleisch n'a cessé d'apporter de nouvelles contributions à l'étude des composés gras et aromatiques ; citons, en particulier, ses recherches sur les alcools mono et polyatomiques, les acides tartriques, le lévulose, l'inuline et surtout les alcaloïdes. Il fut le collaborateur de Berthelot dans la publication du « Traité de Chimie organique », qui a servi de guide à de nombreuses générations de savants.

§ 2. — Astronomie

A la recherche de la planète transneptunienne. — Au XVIIIe siècle, les patientes observations directes de William Herschel ont été couronnées par la découverte d'Uranus. Le Verrier a, au XIXe siècle, grâce au calcul, reculé les frontières du domaine planétaire jusqu'à l'orbite de Neptune. Suivant l'astronome américain W. H. Pickering, il ne serait pas impossible qu'au XXe siècle la photographie, qui a déjà dénoncé le dixième satellite de Saturne, lequel est *invisible*, même dans les plus grands instruments actuels, recule encore les bornes du système solaire, en révélant l'existence d'une planète transneptunienne.

M. Pickering a même récemment indiqué, d'après ses calculs, la portion du ciel dans laquelle il conviendrait de rechercher cette lointaine planète, dont la position, au commencement de l'année 1909, serait approximativement : $AR = 7^h47^m$; $\mathcal{D} = +21°$.

A l'Observatoire d'Arequipa, des photographies de cette région céleste ont déjà été prises avec le télescope Bruce de $0^m,61$ d'ouverture. M. Pickering ajoute qu'il serait à souhaiter que les astronomes disposant d'instruments convenables pour ce genre d'exploration entreprissent des recherches dans le même but, et il propose l'organisation d'une étude systématique de cette zone de l'Ecliptique.

§ 3. — Météorologie

Observations, en ballon libre, de la radioactivité atmosphérique. — On sait que l'air atmosphérique renferme normalement les émanations du radium et du thorium, provenant des composants radio-actifs de l'écorce terrestre diffusés dans l'atmosphère.

M. Flemming[1] vient de faire en ballon libre des expériences sur la radio-activité des couches supérieures de l'atmosphère. A défaut d'un fil communiquant avec la terre, il a dû modifier le procédé de mesure employé à la surface du sol, en produisant un champ électrique constant entre deux fils librement suspendus et reliés aux pôles d'une pile sèche. C'est sur le fil communiquant avec le pôle négatif que devait s'accumuler la substance active.

La pile sèche à haute tension employée par l'auteur présentait une tension libre d'environ deux mille volts. Les pertes de charge ont été déterminées pendant la course en ballon, immédiatement après avoir ramené le fil. Les difficultés d'observation dues aux oscillations du ballon ont dû être vaincues par une suspension appropriée de l'appareil.

Ces expériences font voir, jusqu'à des hauteurs de plus de 3.000 mètres, l'existence d'émanations radioactives. Les valeurs observées pendant le quatrième voyage, fait par un temps d'orage, sont d'une grandeur

[1] *Phys. Zeitschrift*, n° 23, 1908.

inaccoutumée ; mais, faute d'observations ultérieures, il est impossible de dire s'il existe ou non une relation de cause à effet entre ces valeurs de la radio-activité et les conditions atmosphériques.

§ 4. — Electricité industrielle

La télégraphie sans fil appliquée à la navigation. — La navigation par temps de brume à proximité des côtes est actuellement très dangereuse. Lorsque les navires ne voient plus la terre, ni, la nuit, les phares, et qu'en même temps le Soleil ou les étoiles leur sont masqués, il ne leur reste plus de moyen certain pour déterminer leur position ; dans les statistiques des naufrages, c'est la brume qui est la cause le plus souvent enregistrée. A certains points — autour de l'entrée de Brest, par exemple — la sonde peut donner des indications utiles, mais encore insuffisantes pour permettre de se repérer avec l'exactitude nécessaire ; plusieurs phares sont doublés de sirènes dont les appels peuvent prévenir le navigateur de l'approche de la terre, mais la portée de ces signaux sonores est d'autant plus réduite que la brume est plus épaisse et que, par conséquent, ils seraient plus nécessaires ; enfin, on a installé et on installe actuellement, en divers endroits particulièrement dangereux, des cloches sous-marines dont les vibrations sont facilement perçues, au moyen d'écouteurs spéciaux, par des bâtiments qui se trouvent à environ 5 milles marins (9 kilomètres) ; il semble même que ce genre de signaux soit pour le moment le plus efficace, bien que sa portée ne soit pas très étendue et qu'en même temps il ne donne que l'indication vague d'un danger, dont il ne précise ni la direction ni la distance.

On a songé, depuis quelque temps déjà, à utiliser pour ce cas spécial la télégraphie sans fil. En supposant, par exemple, un poste émetteur puissant installé sur Ouessant et lançant à intervalles réguliers des trains d'ondes de durées également régulières, tous les navires passant à plusieurs centaines de milles et pourvus d'un poste récepteur recevraient ces oscillations et pourraient les reconnaître ; ils seraient ainsi prévenus de leur entrée dans la zone d'influence du poste.

Ce ne serait là, du reste, qu'un renseignement fort vague. On a essayé divers moyens pour avoir des indications plus précises. D'abord, on a pensé à se servir d'ondes polarisées, c'est-à-dire présentant un maximum d'intensité dans une direction donnée ; mais l'axe de polarisation ne peut être déterminé qu'avec une approximation insuffisante (l'erreur peut atteindre une vingtaine de degrés), et, de plus, pour le trouver, il faut que le bâtiment se dérange de sa route et parcoure une distance qui peut être considérable. La polarisation de l'antenne réceptrice, qui serait préférable à ce point de vue, est irréalisable à bord et ne pourrait en aucune manière être obtenue avec la précision voulue. La conjugaison de signaux hertziens avec des signaux sonores aériens ou sous-marins émis simultanément (la différence entre les moments de réception des signaux permettant de calculer la distance, d'après la vitesse connue du son) ne peut donner de bons résultats qu'à trop courte distance, et encore ces résultats seraient-ils erronés à cause de la difficulté qu'il y aurait à noter exactement les temps. Il paraît possible qu'un procédé nouveau, qui vient d'être imaginé par M. Lair, lieutenant de vaisseau, permette des mesures plus précises.

Le principe de ce procédé est le suivant : la distance du poste émetteur est déterminée par la quantité d'énergie reçue au poste récepteur (les ondes émises étant, bien entendu, de puissance rigoureusement constante) ; la quantité d'énergie est, en effet, on le sait, inversement proportionnelle au carré de la distance. Si l'on possède des appareils de mesure suffisamment sensibles, on pourra donc, dès la réception de quelques trains d'ondes, avoir un lieu géométrique de sa position, qui sera un cercle ayant pour centre le poste émetteur.

Si, aussitôt après, on peut recueillir les ondes émises par un second poste émetteur, placé à une distance suffisante du premier et émettant des ondes de durées et d'intervalles différents de ceux du premier poste, on aura un second lieu géométrique que l'on trouvera également sur la carte ; l'intersection des deux cercles donnera la position du navire.

Si l'on ne reçoit que les émissions d'un seul poste, on peut néanmoins déterminer sa position par deux opérations successives. Ayant tracé le cercle qui correspond à une première mesure, on continue à marcher pendant un certain temps, un quart d'heure ou une demi-heure, par exemple, et l'on fait une nouvelle observation qui donne un second cercle concentrique au premier ; connaissant à peu près, d'après la vitesse du navire, le chemin parcouru dans l'intervalle, il suffit d'une construction géométrique simple pour trouver les deux points de ces circonférences qui sont séparés par une distance égale au chemin parcouru.

Il semble bien que ce mode de procéder puisse être d'un emploi pratique admissible. Les premières expériences paraissent concluantes ; mais il y a lieu d'attendre, pour se prononcer définitivement, des essais complets qui vont être entrepris prochainement au moyen d'un phare hertzien installé probablement sur Ouessant.

Le poste émetteur doit être pourvu d'un alternateur dont la régulation en énergie et en vitesse soit absolument parfaite ; c'est peut-être dans la recherche de cette perfection que l'on rencontrera le plus de difficultés ; son antenne doit rayonner d'une manière égale dans toutes les directions où l'on peut avoir à s'en servir ; un commutateur automatique, mû par un petit moteur, commandera les émissions d'ondes, qui seront combinées à l'avance comme les éclats d'un phare.

Le poste récepteur comporte une antenne, de position invariable par rapport à la coque et au gréement, et rigoureusement accordée avec l'antenne d'émission ; on y trouve, en outre : 1° un mesureur d'énergie de première approximation, constitué par des écouteurs montés sur un circuit secondaire dont le primaire est un solénoïde prolongeant l'antenne ; 2° l'identificateur des postes émetteurs, consistant en un relais actionnant un chronographe qui mesure la durée des trains d'ondes et de leurs éclipses ; 3° le mesureur intégrateur d'énergie, qui n'est autre qu'un bolomètre semblable à ceux dont on se sert dans les laboratoires, muni d'un rhéacorde de réglage, et dont le galvanomètre indique l'énergie reçue et peut même être gradué directement en distances.

En attendant que ce système, ou quelque autre analogue, entre dans la pratique courante, il est probable que bientôt la télégraphie sans fil rendra un premier service aux navigateurs : sur la proposition de M. Bouquet de la Grye, on étudie l'organisation de signaux horaires qui seraient lancés par la tour Eiffel et grâce auxquels les marins pourront déterminer sûrement leur longitude et vérifier le réglage de leurs chronomètres.

§ 5. — Chimie

Un nouveau produit du four électrique : le Silundum. — Un chimiste allemand, M. F. Bölling, vient d'obtenir au four électrique un nouveau produit, un siliciure de carbone intermédiaire entre le carbone et le carborundum, auquel il donne le nom de *silundum*[1]. On le prépare en chauffant du carbone dans une atmosphère de vapeur de silicium ; pratiquement, on chauffe du carbone avec un mélange de sable et de carbone, à une température de 1.700° à 1.800° C. Les objets en carbone peuvent être, si on le désire, convertis en silundum sur un côté ou par places seulement.

[1] *Chemiker Zeitung*, t. XXXII, p. 1104, 1908.

La conductivité électrique du silundum est beaucoup moindre que celle du carbone ; elle varie avec la dureté, avec le genre de carbone employé à la fabrication et avec la durée de chauffage dans la vapeur de silicium. Un bâton de 800 millimètres de longueur et de 6 millimètres de diamètre peut conduire un courant de 4.000 watts d'une façon permanente et de 8.000 watts temporairement.

Le silundum est stable à l'air jusqu'à 1.750°-1.800° ; au-dessus, il dégage des vapeurs de silicium. Les métaux fondus, en particulier le fer, le détruisent rapidement ; par conséquent, les creusets ne devront être convertis en silundum qu'à l'extérieur. Le principal emploi de la nouvelle substance paraît être comme matière à résistance permanente pour les travaux à haute température.

§ 6. — Métallurgie

L'Industrie minérale et la production métallurgique de la France en 1906 et 1907[1]. — Les combustibles minéraux sont extraits en France dans la proportion de 98 °/₀ pour la houille et l'anthracite, et de 2 °/₀ pour le lignite. En 1887, leur production totale dépassait à peine 21 millions de tonnes; elle atteint 26 millions, en 1890, et reste stationnaire jusqu'en 1893; à partir de cette époque, elle augmente graduellement jusqu'en 1900, où elle est de 34 millions et demi; dès lors, elle reste stationnaire entre 32 et 37 millions, comme le montre le tableau suivant où nous avons fait figurer, en milliers de tonnes, la production et la consommation des combustibles minéraux :

ANNÉES	PRODUCTION	CONSOMMATION	EXCÉDENT de la consommation
1900	33.404	48.803	15.399
1902	29.997	44.810	14.813
1904	34.168	47.030	12.862
1906	34.196	51.782	17.586

Ce besoin d'un excédent, qui semble croître avec la production, ne pourrait cesser que par la découverte de nouvelles mines, d'une mise en exploitation facile et peu coûteuse, ou bien encore par le développement de l'exploitation dans les bassins existants. L'extension vers le sud du bassin déjà si productif du Pas-de-Calais vient d'être démontrée par des sondages; dans la Meurthe-et-Moselle, on a constaté également le prolongement du bassin de Sarrebrück, mais le terrain français est pauvre en houille. Dans les deux cas, il faudrait compter sans doute avec un prix de revient plus élevé. Mieux vaudrait donc, comme le pense M. Ed. Lozé, augmenter la capacité de production des exploitations existantes, ce qui n'est guère possible que dans celles du Gard, de Saône-et-Loire, de l'Aveyron, du Tarn, et surtout dans les départements du Nord et du Pas-de-Calais.

La production du minerai de fer est en forte augmentation, dans les récentes années principalement. De 1887 à 1892, la production passait de 2.579.000 tonnes à 3.707.000; elle reste stationnaire de 1893 à 1895, puis elle reprend pour atteindre, en 1900, 5.448.000. Après un recul en 1901, la progression reprend d'une façon continue, et, en 1906, on enregistre le chiffre de 8.481.000 tonnes. La production comprend surtout du minerai hydroxydé oolithique, qui provient en grande partie du département de Meurthe-et-Moselle, où l'extraction passe, entre 1900 et 1906, de 4.446.000 tonnes à 7.399.000. Ces gisements appartiennent à la formation ferrugineuse oolithique du Lias supérieur et forment deux bassins : celui de Nancy et celui du groupe Longwy-Briey. Nous donnons, en milliers de tonnes, dans le tableau suivant, les chiffres de la production, de l'importation et de l'exportation du minerai de fer :

ANNÉES	PRODUCTION	IMPORTATIONS	EXPORTATIONS
1900	5.448	2.119	327
1902	5.004	1.583	423
1904	7.023	1.738	1.219
1906	8.481	2.015	1.759
1907[1]	—	1.999	2.147

L'extraction des autres minerais métalliques a peu d'importance dans notre pays. Le tableau suivant donne les chiffres de 1906 en tonnes, et la valeur en milliers de francs :

	TONNES	VALEUR en milliers de fr.
Minerais de plomb et d'argent	11.795	2.847
Terres et quartz aurifères	41.404	888
Minerai de zinc	53.466	7.026
Minerai de cuivre	2.547	97
Pyrite de fer	265.261	4.063
Minerai de manganèse	11.189	296
Minerai d'antimoine	18.567	3.527
Minerai d'arsenic	6.534	213
Wolfram	18	48
Total	410.781	19.005

De 1900 à 1907, la production de la fonte a augmenté de 38 °/₀; le chiffre de 1907 (3.589.000 tonnes) dépasse de 275.000 tonnes celui de 1906, dont nous donnons ci-dessous la répartition géographique :

	PRODUCTION DE 1906 en milliers de tonnes
Meurthe-et-Moselle	2.295.$_1$
Nord	427.$_8$
Centre et Ouest	169.$_9$
Loire et Midi	167.$_5$
Sud-Ouest	151.$_2$
Aveyron et Ariège	72.$_7$
Champagne, etc	49.$_6$
Total	3.314.$_1$

Les exportations de fonte ont atteint, en 1907, le chiffre de 256.525 tonnes; les importations n'ont représenté que 36.107 tonnes, et la consommation nationale grandissante s'est élevée (stocks exclus) à 3.368.531 tonnes. La production de l'acier brut s'est accrue parallèlement à la production de la fonte; de 1900 à 1907, elle a haussé de 70 °/₀, passant de 1.565.164 tonnes à 2.677.805. Ce dernier chiffre nous place au quatrième rang dans la production mondiale, après les États-Unis (23.217.000 tonnes), l'Allemagne (12.063.632), et l'Angleterre (6.522.000).

En ce qui concerne les modes de fabrication de l'acier, c'est le procédé Thomas — auquel on doit la mise en œuvre des minerais de Lorraine — qui est le plus employé (1.630.511 tonnes, en 1907); le procédé Bessemer perd, au contraire, de sa faveur (77.421 tonnes), tandis que la fabrication au four Martin continue de progresser (969.873 tonnes).

La situation de notre industrie métallurgique est donc très florissante; son accroissement relatif est considérable et sa solidité a été démontrée par le fait que les grands pays métallurgistes ont plus souffert que nous des répercussions de la crise américaine.

Pierre Clerget.
Professeur à l'École supérieure de Commerce de Lyon.

§ 7. — Agronomie

La diffusion des engrais salins dans la terre. — Les engrais salins qu'on donne comme fumures se trouvent, dès leur épandage sur le sol, en

[1] Cf. les articles de M. Ed. Lozé et E. Payen dans l'*Economiste français* des 22 août et 3 octobre 1908.

[1] Nous n'avons pas encore les chiffres de 1907, mais, pour le bassin de Briey seul, l'extraction comporte une avance de plus d'un million de tonnes sur 1906.

présence d'une quantité d'eau incomparablement supérieure à celle qui est nécessaire à leur dissolution. Il semble donc que la diffusion du sel doit être rapide et que la répartition uniforme de l'engrais dans la masse terreuse est complète au bout de peu de temps.

Jusqu'à quel point ces prévisions sont-elles justifiées, et quelles conséquences en résulte-t-il pour l'Agriculture? Telle est la question que se sont posée MM. A. Muntz et H. Gaudechon et à laquelle des recherches approfondies viennent leur permettre de donner la réponse suivante[1] :

Lorsque des engrais salins sont donnés à une terre en état de siccité relatif, le sel attire à lui l'eau de la terre et forme une solution qui reste localisée pendant un très long temps sous forme d'un noyau humide; la terre placée dans l'intervalle des cristaux de sel se dessèche au profit du noyau humide, qui s'agrandit graduellement à mesure qu'il attire à lui l'eau des parties avoisinantes. La terre est alors, pour ainsi dire, *tigrée*, avec des taches humides contenant la solution saline et des intervalles desséchés entre ces taches, sans qu'il se produise une diffusion de la solution saline dans les couches environnantes.

Si l'on pratique des semailles dans un sol placé dans ces conditions, il peut y avoir une mauvaise levée : les graines qui tombent à l'endroit des taches se trouvent en présence d'une solution saline trop concentrée pour permettre le développement de la jeune plante; au contraire, les graines qui tombent dans les intervalles se trouvent dans une terre trop desséchée et, par suite, ne peuvent germer.

Ces faits expliquent les insuccès constatés dans la pratique et montrent qu'il est imprudent de faire coïncider les semailles avec l'épandage des engrais salins.

Lorsque les terres sont mouillées, et ensuite plus ou moins ressuyées comme elles le sont peu de temps après une pluie, on ne constate plus un appel de l'eau vers la solution saline, formée à l'endroit où le sel a été déposé; mais, contrairement à ce que l'on pouvait penser, même dans les sols humides, la diffusion du sel dans la masse terreuse est pour ainsi dire nulle pendant un assez long temps et ne devient manifeste qu'au bout de semaines ou de mois. Les terres humides sont donc, elles aussi, divisées en zones, l'une renfermant la solution saline et l'autre exempte de sel.

Cette lenteur extrême de la diffusion paraît tenir à ce que la terre ne forme pas un milieu continu, condition nécessaire pour que les phénomènes de diffusion puissent se produire. Si, par un fort tassement, on rapproche les particules terreuses, la discontinuité se trouve atténuée; on constate alors une diffusion un peu plus active, et c'est surtout lorsque, en même temps que tassées, les terres se trouvent noyées d'eau, et forment alors un milieu continu, que la répartition du sel devient plus sensible, sans jamais avoir toutefois la rapidité qu'elle aurait dans une masse liquide.

Quand les pluies interviennent, la diffusion ne se trouve pas sensiblement accélérée; l'eau, tombant à la surface du sol et s'y infiltrant graduellement, se borne à provoquer un déplacement du sel dans le sens vertical, par son cheminement de haut en bas dans la couche terreuse.

On voit, par ce qui précède, avec quelle lenteur, contrairement à l'opinion courante, les sels solubles donnés comme fumures à la terre se répartissent dans le sol.

§ 8. — Zoologie appliquée

La protection du castor du Rhône. — Le Castor, animal autrefois assez commun dans nos pays, y a presque totalement disparu, sa fourrure, très recherchée, en ayant fait l'objet d'une chasse intensive. On ignore généralement qu'une de ses dernières stations en Europe se trouve vers l'embouchure du Rhône. Dans la partie du Petit-Rhône comprise entre Fourques et le Mas de Sauvage, on peut encore en voir de petites colonies; dans le Rhône même, depuis Pont-Saint-Esprit jusqu'à Salin-de-Giraud, et dans quelques-uns de ses derniers affluents, on capture de temps à autre quelques individus isolés.

M. G. Maingaud, qui étudie depuis plusieurs années le Castor du Rhône, a demandé à diverses reprises[1] que des mesures soient édictées pour empêcher l'extinction de ce gros Rongeur aquatique, que l'on peut considérer comme une richesse zoologique nationale.

Pendant quelques années, la tête de cet animal avait été mise à prix par le Syndicat des digues du Rhône de Beaucaire à la mer; mais cette mesure fut rapportée sur les instances du Professeur Mayet. On avait prétendu que les digues destinées à protéger les nouvelles plantations de vigne de la Camargue avaient été fouillées par les castors pour l'établissement de leurs terriers et que la solidité en avait été compromise. En réalité, il n'en était rien, le Castor pratiquant ses terriers sur les bords mêmes du Rhône, non cultivés, et le plus souvent sur les petites îles disséminées dans le lit du fleuve.

En somme, ces animaux ne commettent pas de déprédations bien sérieuses en dehors des terrains sans valeur qui peuvent leur être abandonnés. Aussi, dans quelques fleuves de l'Europe centrale (Elbe, Danube, Vistule, Dniéper, Volga), où l'on en rencontre encore de rares colonies, loin de les proscrire, les Gouvernements ont pris des mesures protectrices en leur faveur. La chasse en est interdite, et une mesure semblable, ou tout au moins l'interdiction de tuer le Castor en dehors des périodes où la chasse est ouverte, devrait être prise dans la région du Bas-Rhône.

Peut-être même, comme l'a proposé M. Maingaud, pourrait-on tenter l'élevage du Castor, élevage qui a donné de bons résultats au Canada et aux Etats-Unis. Il donne une fourrure très recherchée et un produit pharmaceutique, le castoréum; les propriétaires de la Camargue trouveraient là une nouvelle source de revenus, et en même temps serait assurée, dans notre pays, la conservation d'une intéressante espèce zoologique en voie d'extinction.

§ 9. — Enseignement

Personnel universitaire. — M. Jeanmaire, recteur de l'Académie d'Alger, est nommé recteur de l'Académie de Toulouse.

M. Ardaillon, recteur de l'Académie de Besançon, est nommé recteur de l'Académie d'Alger.

M. Padé, doyen de la Faculté des Sciences de Bordeaux, est nommé recteur de l'Académie de Besançon.

Madame Curie, docteur ès sciences, chargée d'un cours de Physique à la Faculté des Sciences de Paris, est nommé professeur de Physique générale à ladite Faculté.

M. G. Bertrand, docteur ès sciences, chargé d'un cours de Chimie biologique à la Faculté des Sciences de Paris, est nommé professeur de Chimie biologique à ladite Faculté.

M. Maire, docteur ès sciences, préparateur de Botanique à la Faculté des Sciences de Nancy, est nommé maître de conférences de Botanique à ladite Faculté.

M. Lattès, docteur ès sciences, professeur de Mathématiques au Lycée de Montpellier, est nommé maître de conférences de Mathématiques à la Faculté des Sciences de Montpellier.

M. Delbet, agrégé de la Faculté de Médecine de Paris, est nommé professeur de Clinique chirurgicale à ladite Faculté.

---

[1] *Annales de l'Institut National Agronomique*, 2e sér., t. VII, fasc. 2, p. 205 et suiv., 1908.

[1] *Bull. de la Soc. d'étude des Sc. naturelles de Nîmes*, 1907, et *Bull. de la Soc. nat. d'Acclimatation*, déc. 1908.

LE ROLE DES NAPPES DE CHARRIAGE DANS LA STRUCTURE DES ALPES OCCIDENTALES ET ORIENTALES

Nous avons vû, dans un précédent article[2], qu'à la suite des études les plus récentes sur les Alpes françaises et suisses, si l'on discute encore entre géologues alpins, ce n'est plus sur la réalité des grands mouvements tangentiels, mais seulement sur les détails de leur application à l'interprétation des accidents locaux. J'ai indiqué, d'autre part, que cette notion des charriages a seule permis de comprendre en quoi consistent les différences qui avaient fait, jusque-là, des deux portions de la chaîne alpine séparées par le Rhin, pour ainsi dire deux mondes géologiques différents : celui des Alpes Occidentales et celui des Alpes Orientales. Pour arriver à expliquer ces différences, il nous faut d'abord résumer les notions actuellement acquises sur le rôle des nappes charriées dans la constitution des Alpes Occidentales et chercher à y préciser, aussi exactement que possible leur extension originelle.

I

Nous partirons du voisinage de la Méditerranée, sans nous préoccuper, pour l'instant, de ce que deviennent les Alpes au sud des Alpes-Maritimes. De vraies nappes de charriage, comparables à celles des Alpes suisses, commencent à se rencontrer avec certitude dans la région de l'Ubaye et de l'Embrunais, où leur existence a été mise en évidence par MM. Haug et Kilian. Leur cheminement s'est fait vers l'extérieur de la chaîne alpine et, par suite, à cause de la courbure manifeste que montre celle-ci depuis la Savoie, c'est ici vers le sud-ouest que s'est faite cette translation, c'est-à-dire presque en sens inverse de la direction normale vers le nord, qui est celle que nous trouverons à partir des Alpes suisses, en allant vers l'est.

D'autre part, il est fort intéressant, au point de vue de la recherche de l'extension originelle des nappes alpines, de considérer en détail la façon dont ces nappes de l'Ubaye et de l'Embrunais se comportent à l'égard des deux massifs voisins de terrains anciens, les massifs du Mercantour et du Pelvoux. Ceux-ci font partie d'une série de massifs semblables, qui s'alignent dans ce que Charles Lory avait appelé la *première zone alpine* et qu'on désigne souvent actuellement sous le nom de *zone des massifs hercyniens*. Ce sont bien, en effet, des témoins de l'ancienne aire de plissement des temps carbonifères, car les dépôts houillers et permiens, puis les couches secondaires et nummulitiques sont entièrement discordants sur les terrains anciens de ces massifs.

J'ai rappelé, dans mon article précédent, que le grand géologue viennois Ed. Suess a mis en évidence, dès 1875, le rôle de butoir que certains fragments de l'ancienne chaîne démantelée ont joué à l'égard des plissements alpins. Ces massifs de l'avant-pays (ou Vorland) alpin (parmi lesquels je citerai notre Massif Central, les Vosges et la Forêt-Noire, le Massif de Bohème) ont résisté à la propagation des mouvements tangentiels alpins; mais ils ont été plus ou moins disloqués dans cette lutte, à la façon de masses devenues trop rigides pour avoir pu se plisser à nouveau facilement et, par contre, insuffisamment résistantes pour pouvoir supporter sans dommage ces formidables poussées.

Quant aux massifs hercyniens qui se trouvent dans la première zone alpine, ils se sont comportés tout différemment lors des plissements tertiaires. Au lieu d'avoir été des obstacles à peu près invincibles à la propagation de ceux-ci et de les avoir forcés à se mouler sur eux, comme l'ont fait les massifs du Vorland, ils ont été englobés dans les plis alpins. Les couches qui avaient recouvert les terrains primaires sur leur emplacement ont été fortement plissées, et les plis de ces couches secondaires et nummulitiques se continuent souvent, jalonnés par des témoins isolés de celles-ci, par dessus l'emplacement où ne se montrent plus guère actuellement que les terrains primaires. On doit alors admettre que ceux-ci ont été eux-mêmes replissés et que c'est la surélévation locale et simultanée de plusieurs plis contigus qui a permis à l'érosion d'y mettre à découvert le substratum primaire; partout ailleurs, celui-ci reste enfoui sous sa couverture discordante de terrains permo-houillers, secondaires et nummulitiques. Contrairement à la notion qui faisait, de ces régions primaires intra-alpines, des « massifs centraux », sortes d'amandes anciennes entièrement contournées par les plis des terrains plus récents de leur bordure, elles se montrent alors comme des parties surélevées d'une zone de plissement continue. Le soubassement primaire y apparaît d'abord dans l'axe des plis anticlinaux, puis à la fois sur toute la largeur

[1] Leçons professées au Collège de France en 1908.
[2] *Revue générale des Sciences*, numéro du 29 février 1908.

dans le massif, pourtant très voisin, du Mont-Mounier. Dans la région au sud du Massif du Mercantour et de ce dôme de la Cime de Barrot, on a un régime de plis courts, de dômes et de cuvettes synclinales (ou de brachyanticlinaux et de brachysynclinaux, pour employer un langage plus moderne), s'alignant suivant des axes généraux pour donner naissance à des aires anticlinales et synclinales, qui constituent des unités tectoniques plus importantes. Les anticlinaux de ce régime naissent et se terminent très brusquement, en se rompant presque aussitôt qu'ils ont commencé à se montrer et se transformant immédiatement en plis failles, de façon à n'avoir presque jamais de flanc inverse, sauf en leurs extrémités. Au contraire, les plis couchés du massif du Mounier se sont déroulés très largement, en conservant une très grande régularité d'épaisseur pour les couches qui les constituent, même pour celles du flanc inverse, qui se suit avec une remarquable continuité et presque sans étirement appréciable. Par ce caractère encore, ils ressemblent d'une façon frappante aux plis décrits par Marcel Bertrand et Et. Ritter dans le massif du Mont-Joly, en Savoie, dont je parlerai plus loin.

J'avais d'abord attribué cette remarquable différence d'allure tectonique à la seule différence de composition et de plasticité des couches intéressées : dans le nord-ouest des Alpes-Maritimes dominent les faciès marneux dauphinois pour les couches secondaires, ou plutôt un faciès intermédiaire entre ceux-ci et les faciès plus calcaires du Briançonnais, tandis que, vers le Littoral, ce sont des calcaires très massifs et très épais, indiquant une genèse subcorallienne, qui représentent le Jurassique supérieur, avec absence fréquente du Jurassique inférieur et aussi d'une partie du Crétacé inférieur. Mais le régime des chevauchements par pli-faille commence déjà dans le faciès sub-dauphinois et je pense maintenant qu'en outre de la raison purement physique que je viens d'indiquer et qui intervient certainement dans la disposition tectonique, pour ainsi dire hachée, du Littoral, il y a probablement lieu de faire intervenir l'extension originelle des nappes charriées venues de la zone alpine située en arrière du Massif du Mercantour et qui sont conservées seulement dans l'Ubaye et au voisinage immédiat de l'extrémité de ce massif.

Je crois, en particulier, que la plasticité si grande dont ont fait preuve les couches secondaires du massif du Mounier peut être due, en grande partie, à la surcharge résultant de la superposition des nappes qui se retrouvent dans l'Ubaye ou d'une partie, au moins, de celles-ci. Lorsqu'on examine, dans le détail, l'importance du chevauchement résultant de ces plis couchés, on voit qu'elle diminue très brusquement, aussi bien vers le S.-E. que vers le N.-O., où ces plis disparaissent au bord d'une grande cuvette synclinale. Il me semble que cette localisation ne peut guère s'expliquer que par l'avancée locale, au-dessus de la région du Mounier, de nappes charriées d'origine plus interne que le massif du Mercantour. Mais je tiens à dire, d'autre part, que la probabilité du passage de ces nappes ne me semble pouvoir s'appliquer qu'à l'extrémité occidentale du Massif du Mercantour; la partie centrale de celui-ci me paraît avoir, presque certainement, opposé un obstacle infranchissable aux nappes venues du Piémont, soit par sa plus grande importance, soit parce que la poussée vers l'extérieur de la chaîne alpine, qui aurait été amenée là à se faire exactement vers le sud, en sens inverse de sa direction normale, aurait été alors trop faible pour pouvoir vaincre cet obstacle (fig. 3).

Quant à la région plus orientale des Alpes-Maritimes qui se trouve à l'est des vallées de la Vésubie et du Var et qui correspond principalement au bassin de la Roya, les lignes tectoniques y montrent bien une incurvation très marquée avec convexité au sud-ouest, qui paraît en relation avec une avancée des nappes venues du Piémont méridional, corrélative de la terminaison orientale du Massif du Mercantour et de la prolongation probable de ces zones alpines vers la côte orientale de la Corse. Mais les plis, tout en présentant les importants chevauchements que j'y ai fait connaître, y montrent un caractère de discontinuité qui en fait certainement des plis autochtones, c'est-à-dire formés sur place et qui, en même temps, ne me paraît pas traduire, comme pour les plis du Mounier, la superposition de nappes aujourd'hui disparues. Ce n'est que pour la région de la Roya proprement dite, aux environs de Saorge et de Sospel, que peut-être la question de l'extension originelle de celles-ci pourra se poser; mais je ne crois pas, en tous cas, que l'avancée de ces nappes se soit faite largement, en ces régions, sur le territoire français, si même elle s'y est faite.

Nous allons maintenant quitter le domaine de l'hypothèse, sur lequel je me suis laissé entraîner pour chercher à préciser, autant que possible, les régions où nous commençons à trouver la trace de l'existence des nappes alpines, et nous allons revenir aux faits positifs, en remontant vers le nord le long de la chaîne, mais sans entrer dans les détails de structure des régions où l'existence de ces nappes a été bien constatée, puisque le but de cet exposé est simplement de montrer *où se sont produits* ces phénomènes importants de translation tangentielle, mais non comment ils se sont faits.

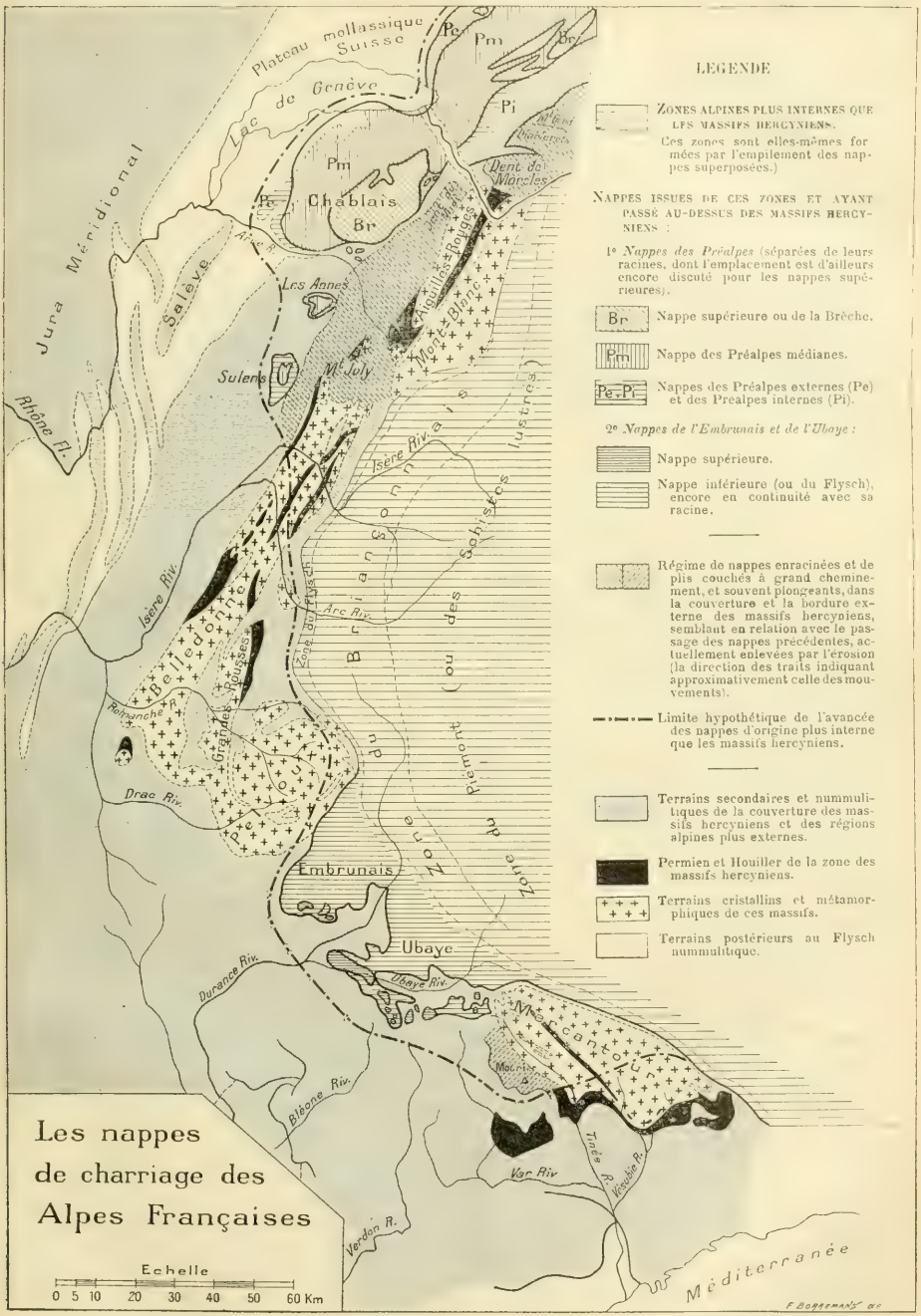

Les nappes
de charriage des
Alpes Françaises
Echelle
0 5 10 20 30 40 50 60 Km
LEGENDE
Zones alpines plus internes que les massifs hercyniens.
Ces zones sont elles-mêmes formées par l'empilement des nappes superposées.)
Nappes issues de ces zones et ayant passé au-dessus des massifs hercyniens :
1° Nappes des Préalpes (séparées de leurs racines, dont l'emplacement est d'ailleurs encore discuté pour les nappes supérieures).
Br Nappe supérieure ou de la Brèche.
Pm Nappe des Préalpes médianes.
Pe, Pi Nappes des Préalpes externes (Pe) et des Préalpes internes (Pi).
2° Nappes de l'Embrunais et de l'Ubaye :
Nappe supérieure.
Nappe inférieure (ou du Flysch), encore en continuité avec sa racine.
Régime de nappes enracinées et de plis couchés à grand cheminement, et souvent plongeants, dans la couverture et la bordure externe des massifs hercyniens, semblant en relation avec le passage des nappes précédentes, actuellement enlevées par l'érosion (la direction des traits indiquant approximativement celle des mouvements).
Limite hypothétique de l'avancée des nappes d'origine plus interne que les massifs hercyniens.
Terrains secondaires et nummulitiques de la couverture des massifs hercyniens et des régions alpines plus externes.
Permien et Houiller de la zone des massifs hercyniens.
Terrains cristallins et métamorphiques de ces massifs.
Terrains postérieurs au Flysch nummulitique.
Plateau mollassique Suisse
Lac de Genève
Jura Méridional
Salève
Rhône Fl.
Chablais
Pm
Pe
Br
Pi
Dent de Morcles
Les Annes
Sulens
Mt Joly
Aiguilles Rouges
Mont Blanc
Isère Riv.
Arc Riv.
Zone du Flysch
Belledonne
Grandes Rousses
Romanche R.
Drac Riv.
Embrunais
Ubaye
Ubaye Riv.
Durance Riv.
Bléone Riv.
Verdon R.
Var Riv
Tinée R.
Vésubie R.
Mercantour
Mounier
Méditerranée
Zone du Piémont (ou des Schistes lustrés)
Bassin du Flysch
F. Boggemann del.

Fig. 3.

II

Nous nous bornerons donc à enregistrer que, vers son extrémité occidentale, la couverture secondaire du massif hercynien du Mercantour montre des plis couchés autochtones, traduisant l'existence d'un important cheminement vers l'extérieur de la chaîne alpine, c'est-à-dire là vers le sud-ouest, et qui sont probablement en relation avec une extension originelle des nappes charriées de l'Ubaye, ayant eu lieu un peu plus au sud que la limite des témoins actuellement conservés pour ces nappes. Nous allons ensuite traverser l'Ubaye et l'Embrunais, sans nous arrêter à la considération détaillée de ces nappes, qui serait fort intéressante, mais nous entraînerait trop en dehors du cadre de notre sujet; je ne pourrais d'ailleurs que résumer la magistrale étude que M. Haug leur a consacrée ici même[1]. Ces nappes sont venues de la zone dite *du Briançonnais*, et surtout d'une subdivision occidentale de celle-ci, que l'on en sépare souvent sous le nom de *zone du Flysch*, à cause du grand développement qu'y prennent les formations de ce nom, au sommet de la série nummulitique; c'est ce flysch qui forme la majeure partie des terrains rencontrés dans notre nappe inférieure de l'Embrunais. Ces nappes ont peut-être été recouvertes par d'autres plus internes, analogues à celles dont les environs de Briançon montrent l'existence et qui appartiennent, les unes à la partie orientale de cette zone du Briançonnais ou *zone houillère* (dont on a fait pendant un certain temps l'axe géologique de la chaîne alpine), les autres à une zone plus interne de nos Alpes, qui a été dénommée *zone du Piémont* par M. Haug et qui est caractérisée par le faciès de *schistes lustrés* qu'y montrent les couches du Trias supérieur et du Lias et qui les a fait confondre, pendant longtemps, avec des micaschistes et des schistes métamorphiques de la base de la série primaire.

Nous savons maintenant que toutes ces régions plus internes de nos Alpes sont très probablement constituées par des nappes, formant la prolongation de celles, actuellement bien mieux connues, des Alpes helvético-italiennes. Ce qu'il nous importe, pour le moment, de déterminer avec le plus de précision compatible avec la brièveté de cet exposé, ce n'est pas le détail, encore assez discuté, de ces nappes, qui font l'objet des études de MM. Kilian et Termier, mais leur ancienne extension vers l'extérieur de la chaîne.

Pour le Massif du Pelvoux et celui des Grandes-Rousses, les coupes données par M. Termier nous montrent encore une disposition analogue à celle que nous avons rencontrée pour les terrains secondaires de la bordure externe de l'extrémité occidentale du massif du Mercantour. Mais si nous nous en tenons, pour ces coupes intéressantes, à la partie non interprétée, les traces du déversement des plis vers l'extérieur de la chaîne nous apparaissent bien moins marquées que dans la vallée supérieure de la Tinée, et c'est une raison pour laquelle je penserais volontiers qu'une partie du Massif du Pelvoux, tout au moins, a dû être indemne du passage des nappes au-dessus d'elle et qu'elle porterait peut-être simplement la trace des poussées résultant de l'arrêt de ces nappes sur le bord interne du massif en question. Je ferai remarquer, en outre, que la torsion graduelle de la chaîne alpine nous amène maintenant à des mouvements dirigés vers l'ouest et qui, plus au nord, vont graduellement tourner au nord-ouest.

Le bord occidental de la Chaîne de Belledonne, autre massif hercynien correspondant à un faisceau de plis un peu plus externes de la première zone alpine, ne nous montre qu'un déversement de ces plis peu accentué vers l'ouest et l'on arrive très vite, vers l'extérieur, à une zone où ce déversement devient *hésitant*, c'est-à-dire se fait tantôt vers l'ouest, tantôt en sens inverse; cette constatation semble bien démontrer que, dans la région dauphinoise, les nappes issues de l'intérieur des Alpes ne sont pas arrivées jusqu'au bord externe de la chaîne.

Mais, à la terminaison septentrionale de ce Massif de Belledonne, dans la région de Beaufort, il se fait un nouvel ennoyage momentané des terrains primaires sous leur couverture secondaire, entre ce massif et ceux des Aiguilles-Rouges et du Mont-Blanc, situés au nord de ce nouvel ensellement transversal. Or, nous sommes arrivés là à la région classique des empilements de plis du Mont-Joly, décrits par Marcel Bertrand et Et. Ritter; ces plis, couchés jusqu'à l'horizontale et la dépassant même pour devenir légèrement plongeants, sont issus de racines presque droites dans le bord occidental du massif primaire du Mont-Blanc (fig. 4) et ils indiquent manifestement l'existence de mouvements tangentiels très intenses, assez superficiels et dirigés vers l'extérieur de la chaîne, c'est-à-dire ici vers le nord-ouest. D'ailleurs, toutes les Hautes Chaînes calcaires de la Savoie montrent, à partir de là, un très beau développement de ces accidents, qui prennent une ampleur telle qu'on peut presque les y qualifier de nappes. Mais ce ne sont toujours, en réalité, comme dans le massif du Mounier, que des plis couchés enracinés dans la zone des terrains secondaires à faciès dauphinois où nous les trouvons. Je ne puis indiquer ici en quoi consistent les caractères distinctifs des terrains de ce faciès, pas plus que je ne

[1] *Rev. gén. des Sc.*, numéro du 30 décembre 1903.

pourrai le faire plus loin pour ceux auxquels nous serons amenés à attribuer une provenance différente; je me bornerai à me servir de cette constatation, faite par les géologues qui ont étudié le plus ces Alpes de Savoie (en particulier Marcel Bertrand, Haug, Kilian, Lugeon, Ritter), pour dire avec eux que nous avons là des nappes ou des plis couchés autochtones, c'est-à-dire réunis à leurs racines et n'ayant subi qu'un déplacement horizontal très limité.

Mais les Alpes de Savoie commencent à nous montrer, en outre, d'autres faits bien plus intéressants. A l'ouest des plis couchés du Mont-Joly, c'est-à-dire du côté de l'extérieur de la chaîne et déjà à une certaine distance des massifs hercyniens, au milieu d'un large synclinal de Flysch nummulitique appartenant à la série autochtone plissée dont je viens de parler, nous trouvons, à la *Montagne de Sulens*, une première apparition de terrains secondaires exotiques, c'est-à-dire d'un faciès notablement différent de celui des couches de même âge qui se trouvent au voisinage. Cette apparition se répète au nord-est de là, *aux Annes*, toujours dans le même synclinal de la série autochtone, et cela nous amène au voisinage immédiat de la vallée de l'Arve, au delà de laquelle se montrent, comme nous le savons déjà, les masses charriées exotiques des *Préalpes du Chablais*, formées par l'empilement de plusieurs nappes superposées, dont la plus élevée est celle de la *Brèche du Chablais* (fig. 5). Les terrains qui se rencontrent au sommet des Annes et de Sulens sont d'ailleurs tout à fait semblables à ceux qui, au-dessous de cette masse de la Brèche, constituent la grande nappe des *Préalpes médianes*.

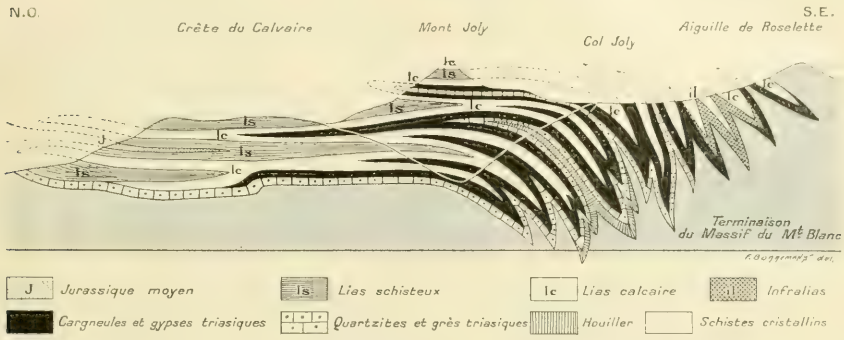


Fig. 4. — *Plis couchés du Mont-Joly, dans la bordure externe de la terminaison méridionale du Massif du Mont-Blanc* (*d'après* Marcel Bertrand et Étienne Ritter).

Après des discussions très vives, où tour à tour furent soutenues, puis abandonnées, l'idée d'une origine enracinée sur place ou en « champignon », avec étranglement presque absolu de la racine, puis celle d'une origine charriée venue de l'extérieur des Alpes et provenant d'une chaîne hypothétique qui aurait entièrement disparu sous l'emplacement de la mollasse de la plaine suisse (chaîne vindélicienne), on est maintenant arrivé à la conclusion unanime que ces terrains de Sulens et des Annes, ainsi que ceux des Préalpes médianes et aussi ceux des Klippes suisses, pour lesquelles on avait, d'ailleurs, fait des hypothèses semblables, ne peuvent provenir que d'une région alpine située en arrière des massifs hercyniens. Cette conclusion s'étend aussi à la nappe de la Brèche, qui est superposée à celle des Préalpes médianes.

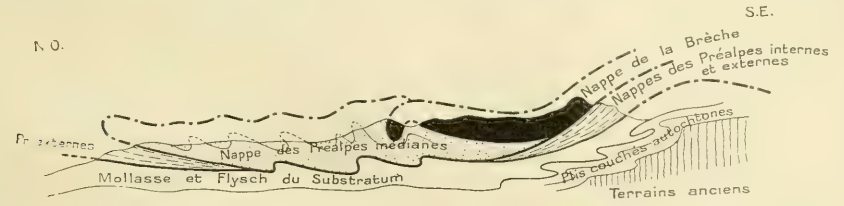


Fig. 5. — *Schema de la structure des Préalpes du Chablais* (*d'après* M. Lugeon).

Je ne puis entrer ici dans les détails de la consti-

tution de ces nappes, ni de celles qui, par-dessous les Préalpes médianes, réunissent les *Préalpes internes* aux *Préalpes externes*; je veux seulement retenir le fait indiscutable que, *au moins à partir de la coupure de l'Isère entre Moutiers et Albertville, la zone des massifs hercyniens a été entièrement recouverte par des nappes venues d'une zone plus interne des Alpes* et dont les plus élevées, tout au moins, sont certainement d'origine assez lointaine vers le sud-est[1]. Plus au sud, nous avons vu qu'aucune donnée précise ne nous permet de dire avec certitude où s'est arrêté ce passage par-dessus l'emplacement des massifs primaires actuels, ni s'il y a eu continuité, autrement que dans la région des racines et le long du bord interne de ces massifs, avec les nappes de l'Embrunais et de l'Ubaye, qui ne montrent, d'ailleurs, pas de représentants des nappes les plus élevées des Préalpes.

Quoi qu'il en soit de cette question et quel que soit le point où ait commencé ce phénomène, nous trouvons donc, à partir de la dépression du Lac d'Annecy, puis surtout après la traversée de l'Arve, un beau développement des nappes à racines plus internes que les massifs primaires de la première zone alpine; à l'extérieur de ceux-ci, elles sont allées recouvrir les plis couchés *autochtones* formés dans les couches de la bordure externe de ces massifs. Cet état de choses se continue entre le Rhône et l'Aar, dans la seconde partie des *Préalpes romandes*, plus étendues que celles du Chablais. Les deux nappes de la Brèche (de la Hornfluh) et des Préalpes médianes, à racines sûrement plus internes que les massifs hercyniens (sans que l'accord soit fait entièrement entre les divers auteurs sur leur emplacement exact) y sont nettement superposées à une série de nappes empilées, où les terrains secondaires se présentent avec des *faciès helvétiques*, c'est-à-dire avec ceux qui s'observent depuis le Jura jusqu'à la couverture discordante des massifs hercyniens de la première zone alpine (fig. 5 de l'article précédent, t. XIX, page 155). A mesure qu'on examine celles de ces nappes qui sont les plus élevées dans la série, c'est-à-dire celles dont les racines doivent, *a priori*, être les plus internes ou les plus méridionales, il est naturel que le faciès des couches s'y éloigne davantage du faciès helvétique typique. On conçoit donc facilement que, pour les plus élevées de ces nappes, qui constituent les Préalpes externes et internes, on puisse encore discuter sur l'emplacement exact de leur lieu d'origine.

[1] Pour M. Haug, toutes les nappes des Préalpes doivent provenir des régions situées entre le bord interne du massif du Mont-Blanc et le bord externe de la zone du Piémont, tandis que M. Lugeon pense que les Préalpes médianes seraient déjà d'origine bien plus lointaine et proviendraient du bord interne de cette zone des schistes lustrés.

Mais ce sont là des questions de détail, sur lesquelles je ne pourrais m'appesantir qu'en indiquant les arguments sur lesquels on s'est fondé pour chercher plus ou moins loin les racines de ces diverses nappes, ce qui m'entraînerait bien trop loin. Pour le moment, j'en veux seulement retenir le fait que, toutes ces nappes renferment du flysch à leur partie supérieure et que, parfois, les terrains secondaires sont discontinus dans ce flysch. Le phénomène de plis couchés très accentués, auquel paraît devoir être rapportée la production des nappes en question, se serait fait, d'après M. Lugeon, à l'intérieur de cette épaisse masse de sédiments, relativement très plastiques. Ceux-ci, par la pression considérable qu'ils exerçaient sur les couches inférieures, ont pu et dû faciliter la translation (on pourrait même dire parfois l'écoulement) de ces dernières; il me semble toutefois qu'il serait imprudent de vouloir trop généraliser cette conception de la formation des nappes charriées dans la profondeur de l'écorce terrestre.

D'autre part, il est une notion de méthode qu'on peut déduire de ce qui précède et qui ressortira de la suite de cet exposé; cette notion est la suivante : Lorsqu'il n'y a pas continuité tectonique absolue (ou presque absolue) d'une nappe jusqu'à un pli évident et qui lui sert certainement de racine, on ne peut guère chercher utilement la région d'origine de cette nappe qu'en se servant de la comparaison des *faciès stratigraphiques* des terrains qui la constituent avec les faciès connus pour les terrains de même âge dans les diverses régions d'où pourrait *tectoniquement* provenir cette nappe. On ne peut infirmer cette méthode parce que, à une époque où l'existence même des phénomènes en question était encore très discutée, la considération des faciès a pu servir à combattre l'origine attribuée aux Préalpes. Du jour où l'on s'en sert avec la conviction, basée sur les faits tectoniques, que les charriages existent et qu'ils proviennent d'une direction déterminée, ces considérations de pure stratigraphie deviennent d'une importance tout à fait capitale et d'un très grand secours au tectonicien. Mais cette méthode, très délicate, doit être maniée avec prudence et en parfaite connaissance de cause.

M. Haug a, d'ailleurs, très bien fait ressortir que la distribution des faciès géologiques dans les dépôts d'un géosynclinal doit se faire suivant des bandes sensiblement parallèles à la direction générale de celui-ci et qu'il doit, d'autre part, en être de même pour les accidents orogéniques qui se produisent ultérieurement dans le même géosynclinal, lorsqu'une chaîne de montagnes se forme sur son emplacement. De la sorte, sauf le cas de circonstances très spéciales, il doit y avoir une concordance approximative de direction entre la distribution géologique des faciès et la répartition des

accidents tectoniques. Les accidents du versant nord des Pyrénées, plus simples que ceux des Alpes et, par là, plus faciles à interpréter à cet égard, en donnent, en particulier, un exemple très démonstratif.

III

Après cette digression, nous revenons à l'exposé sommaire de la structure du bord septentrional des Alpes suisses, en nous reportant à la carte schématique ci-jointe (fig. 6). Après la vallée de l'Aar et jusqu'à celle du Rhin, c'est-à-dire jusqu'à l'extrémité des Alpes dites Occidentales, leur front n'est guère constitué que par les nappes à faciès helvétiques des Hautes-Alpes calcaires (nappes glaronnaises, Sentis), à l'exception d'un petit nombre de lambeaux, de taille très réduite, des divers terrains des Préalpes (fig. 6 de l'article précédent, t. XIX, p. 155). Ceux-ci sont les *klippes*, sur lesquelles on a discuté encore plus que sur les Préalpes et à une époque plus ancienne, car leur petite taille et leur isolement au milieu du Flysch, sous forme de masses indépendantes les unes des autres, ne pouvaient manquer de frapper les géologues. On y rencontre même, indépendamment de la nappe des Klippes proprement dite (qui est l'équivalent de celle des Préalpes médianes) et de celle de la Brèche, certaines couches à Radiolaires du Jurassique et des roches très basiques (gabbros, serpentines, ophites), qui ont d'ailleurs été retrouvées, dans les Préalpes fribourgeoises, au-dessus et autour des affleurements de la Brèche de la Hornfluh et que M. Steinmann considère comme les restes d'une nappe encore plus élevée que celle de la Brèche et à laquelle il a donné le nom de *nappe rhétique*.

Les *nappes helvétiques* des Hautes-Alpes calcaires suisses peuvent être réparties en trois groupes superposés, dont le détail nous entraînerait trop loin et dont l'allure générale ressort des coupes de la fig. 6 de mon précédent article et de la fig. 7 de celui-ci. Je me bornerai à indiquer que le massif du Sentis est formé par les nappes du groupe supérieur et que les Alpes glaronnaises montrent les plus basses; en particulier, le chevauchement glaronnais, qui a été le point de départ de l'interprétation actuelle, correspond à la base du groupe inférieur. Au-dessous de ces nappes helvétiques, fortement plongeantes et entièrement séparées de leur racine, se montrent les *plis autochtones*, qui intéressent les couches secondaires et nummulitiques de la bordure septentrionale du

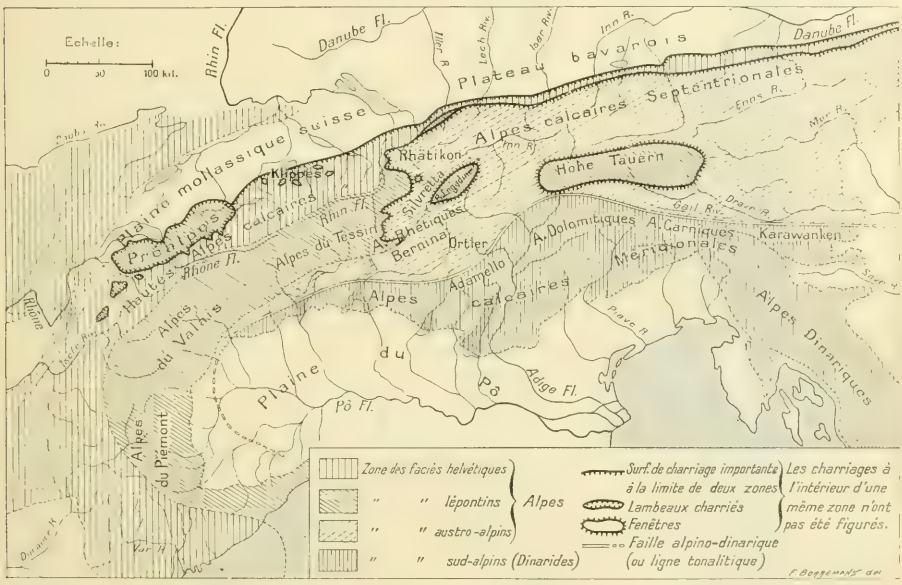


Fig. 6. — *Carte schématique indiquant la répartition des divers faciès des terrains secondaires dans les Alpes Occidentales et Orientales* (*d'après les travaux de* MM. Haug, Lugeon, Steinmann, Termier, etc.).

Nota. — Les limites de la zone lépontine et des zones avoisinantes dans les Alpes Occidentales ne sont indiquées qu'approximativement et la distinction des diverses faciès à l'extrémité orientale de la région axiale des Alpes Orientales n'est pas faite.

tution de ces nappes, ni de celles qui, par-dessous les Préalpes médianes, réunissent les *Préalpes internes* aux *Préalpes externes*; je veux seulement retenir le fait indiscutable que, *au moins à partir de la coupure de l'Isère entre Moutiers et Albertville, la zone des massifs hercyniens a été entièrement recouverte par des nappes venues d'une zone plus interne des Alpes* et dont les plus élevées, tout au moins, sont certainement d'origine assez lointaine vers le sud-est[1]. Plus au sud, nous avons vu qu'aucune donnée précise ne nous permet de dire avec certitude où s'est arrêté ce passage par-dessus l'emplacement des massifs primaires actuels, ni s'il y a eu continuité, autrement que dans la région des racines et le long du bord interne de ces massifs, avec les nappes de l'Embrunais et de l'Ubaye, qui ne montrent, d'ailleurs, pas de représentants des nappes les plus élevées des Préalpes.

Quoi qu'il en soit de cette question et quel que soit le point où ait commencé ce phénomène, nous trouvons donc, à partir de la dépression du Lac d'Annecy, puis surtout après la traversée de l'Arve, un beau développement des nappes à racines plus internes que les massifs primaires de la première zone alpine; à l'extérieur de ceux-ci, elles sont allées recouvrir les plis couchés *autochtones* formés dans les couches de la bordure externe de ces massifs. Cet état de choses se continue entre le Rhône et l'Aar, dans la seconde partie des *Préalpes romandes*, plus étendues que celles du Chablais. Les deux nappes de la Brèche (de la Hornfluh) et des Préalpes médianes, à racines sûrement plus internes que les massifs hercyniens (sans que l'accord soit fait entièrement entre les divers auteurs sur leur emplacement exact) y sont nettement superposées à une série de nappes empilées, où les terrains secondaires se présentent avec des *faciès helvétiques*, c'est-à-dire avec ceux qui s'observent depuis le Jura jusqu'à la couverture discordante des massifs hercyniens de la première zone alpine (fig. 5 de l'article précédent, t. XIX, page 155). A mesure qu'on examine celles de ces nappes qui sont les plus élevées dans la série, c'est-à-dire celles dont les racines doivent, *a priori*, être les plus internes ou les plus méridionales, il est naturel que le faciès des couches s'y éloigne davantage du faciès helvétique typique. On conçoit donc facilement que, pour les plus élevées de ces nappes, qui constituent les Préalpes externes et internes, on puisse encore discuter sur l'emplacement exact de leur lieu d'origine.

[1] Pour M. Haug, toutes les nappes des Préalpes doivent provenir des régions situées entre le bord interne du massif du Mont-Blanc et le bord externe de la zone du Piémont, tandis que M. Lugeon pense que les Préalpes médianes seraient déjà d'origine bien plus lointaine et proviendraient du bord interne de cette zone des schistes lustrés.

Mais ce sont là des questions de détail, sur lesquelles je ne pourrais m'appesantir qu'en indiquant les arguments sur lesquels on s'est fondé pour chercher plus ou moins loin les racines de ces diverses nappes, ce qui m'entraînerait bien trop loin. Pour le moment, j'en veux seulement retenir le fait que, toutes ces nappes renferment du flysch à leur partie supérieure et que, parfois, les terrains secondaires sont discontinus dans ce flysch. Le phénomène de plis couchés très accentués, auquel paraît devoir être rapportée la production des nappes en question, se serait fait, d'après M. Lugeon, à l'intérieur de cette épaisse masse de sédiments, relativement très plastiques. Ceux-ci, par la pression considérable qu'ils exerçaient sur les couches inférieures, ont pu et dû faciliter la translation (on pourrait même dire parfois l'écoulement) de ces dernières; il me semble toutefois qu'il serait imprudent de vouloir trop généraliser cette conception de la formation des nappes charriées dans la profondeur de l'écorce terrestre.

D'autre part, il est une notion de méthode qu'on peut déduire de ce qui précède et qui ressortira de la suite de cet exposé; cette notion est la suivante : Lorsqu'il n'y a pas continuité tectonique absolue (ou presque absolue) d'une nappe jusqu'à un pli évident et qui lui sert certainement de racine, on ne peut guère chercher utilement la région d'origine de cette nappe qu'en se servant de la comparaison des *faciès stratigraphiques* des terrains qui la constituent avec les faciès connus pour les terrains de même âge dans les diverses régions d'où pourrait *tectoniquement* provenir cette nappe. On ne peut infirmer cette méthode parce que, à une époque où l'existence même des phénomènes en question était encore très discutée, la considération des faciès a pu servir à combattre l'origine attribuée aux Préalpes. Du jour où l'on s'en sert avec la conviction, basée sur les faits tectoniques, que les charriages existent et qu'ils proviennent d'une direction déterminée, ces considérations de pure stratigraphie deviennent d'une importance tout à fait capitale et d'un très grand secours au tectonicien. Mais cette méthode, très délicate, doit être maniée avec prudence et en parfaite connaissance de cause.

M. Haug a, d'ailleurs, très bien fait ressortir que la distribution des faciès géologiques dans les dépôts d'un géosynclinal doit se faire suivant des bandes sensiblement parallèles à la direction générale de celui-ci et qu'il doit, d'autre part, en être de même pour les accidents orogéniques qui se produisent ultérieurement dans le même géosynclinal, lorsqu'une chaîne de montagnes se forme sur son emplacement. De la sorte, sauf le cas de circonstances très spéciales, il doit y avoir une concordance approximative de direction entre la distribution géologique des faciès et la répartition des

accidents tectoniques. Les accidents du versant nord des Pyrénées, plus simples que ceux des Alpes et, par là, plus faciles à interpréter à cet égard, en donnent, en particulier, un exemple très démonstratif.

III

Après cette digression, nous revenons à l'exposé sommaire de la structure du bord septentrional des Alpes suisses, en nous reportant à la carte schématique ci-jointe (fig. 6). Après la vallée de l'Aar et jusqu'à celle du Rhin, c'est-à-dire jusqu'à l'extrémité des Alpes dites Occidentales, leur front n'est guère constitué que par les nappes à faciès helvétiques des Hautes-Alpes calcaires (nappes glaronnaises, Sentis), à l'exception d'un petit nombre de lambeaux, de taille très réduite, des divers terrains des Préalpes (fig. 6 de l'article précédent, t. XIX, p. 155). Ceux-ci sont les *klippes*, sur lesquelles on a discuté encore plus que sur les Préalpes et à une époque plus ancienne, car leur petite taille et leur isolement au milieu du Flysch, sous forme de masses indépendantes les unes des autres, ne pouvaient manquer de frapper les géologues. On y rencontre même, indépendamment de la nappe des Klippes proprement dite (qui est l'équivalent de celle des Préalpes médianes) et de celle de la Brèche, certaines couches à Radiolaires du Jurassique et des roches très basiques (gabbros, serpentines, ophites), qui ont d'ailleurs été retrouvées, dans les Préalpes fribourgeoises, au-dessus et autour des affleurements de la Brèche de la Hornfluh et que M. Steinmann considère comme les restes d'une nappe encore plus élevée que celle de la Brèche et à laquelle il a donné le nom de *nappe rhétique*.

Les *nappes helvétiques* des Hautes-Alpes calcaires suisses peuvent être réparties en trois groupes superposés, dont le détail nous entraînerait trop loin et dont l'allure générale ressort des coupes de la fig. 6 de mon précédent article et de la fig. 7 de celui-ci. Je me bornerai à indiquer que le massif du Sentis est formé par les nappes du groupe supérieur et que les Alpes glaronnaises montrent les plus basses; en particulier, le chevauchement glaronnais, qui a été le point de départ de l'interprétation actuelle, correspond à la base du groupe inférieur. Au-dessous de ces nappes helvétiques, fortement plongeantes et entièrement séparées de leur racine, se montrent les *plis autochtones*, qui intéressent les couches secondaires et nummulitiques de la bordure septentrionale du

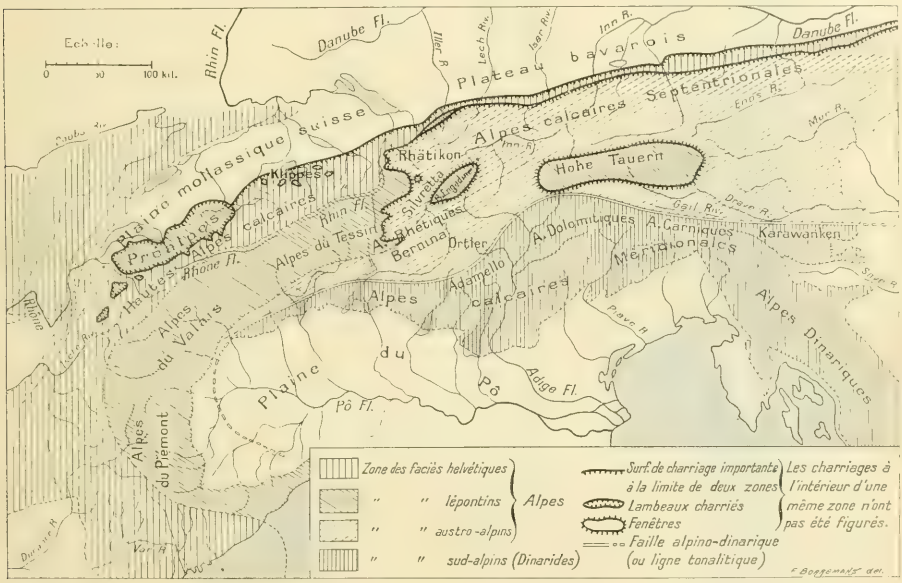


Fig. 6. — *Carte schématique indiquant la répartition des divers faciès des terrains secondaires dans les Alpes Occidentales et Orientales (d'après les travaux de* MM. Haug, Lugeon, Steinmann, Termier, etc.).

Nota. — Les limites de la zone lépontine et des zones avoisinantes dans les Alpes Occidentales ne sont indiquées qu'approximativement et la distinction des diverses faciès à l'extrémité orientale de la région axiale des Alpes Orientales n'est pas faite.

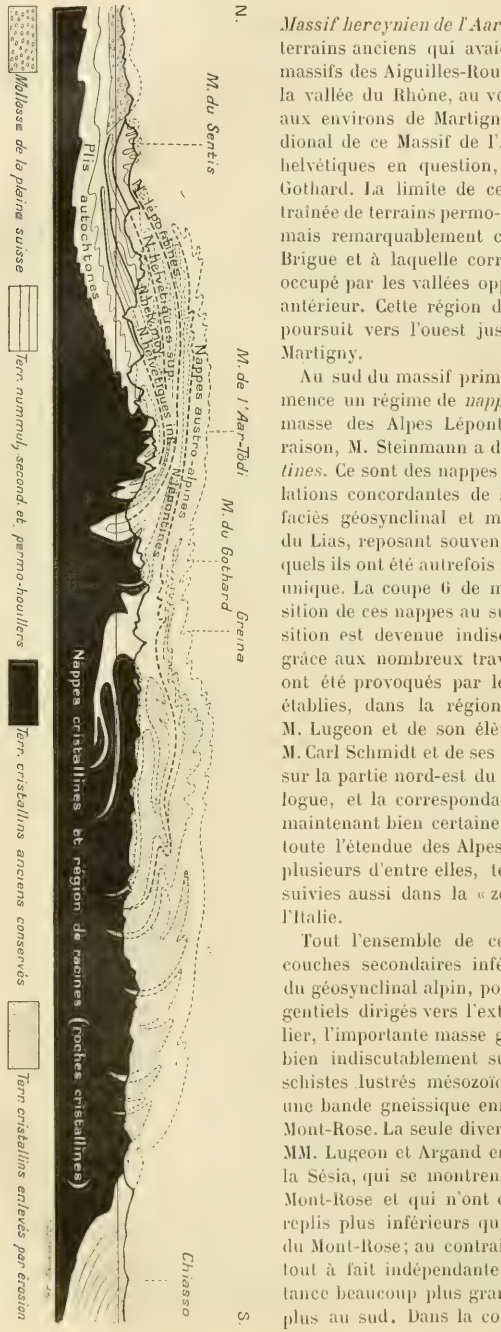


Fig. 7. — *Coupe schématique des nappes alpines, suivant la ligne Sentis-Chiasso (d'après le Prof.* Albert Heim, 1908).

Massif hercynien de l'Aar, dans lequel reparaissent au jour les terrains anciens qui avaient disparu depuis la terminaison des massifs des Aiguilles-Rouges et du Mont-Blanc, à la traversée de la vallée du Rhône, au voisinage du coude que fait cette vallée aux environs de Martigny. C'est d'ailleurs sur le bord méridional de ce Massif de l'Aar que doivent s'enraciner les nappes helvétiques en question, entre ce massif et celui du Saint-Gothard. La limite de ces deux massifs est marquée par une traînée de terrains permo-carbonifères et triasiques, très étroite, mais remarquablement continue, qui s'étend de Coire jusqu'à Brigue et à laquelle correspond le sillon si rectiligne qui est occupé par les vallées opposées du Rhône supérieur et du Rhin antérieur. Cette région de racines des nappes helvétiques se poursuit vers l'ouest jusqu'à Sion et même au voisinage de Martigny.

Au sud du massif primaire très étroit du Saint-Gothard, commence un régime de *nappes cristallines*, qui forment la grande masse des Alpes Lépontines et Pennines, et que, pour cette raison, M. Steinmann a désignées sous le nom de *nappes lépontines*. Ce sont des nappes de gneiss alternant avec des intercalations concordantes de schistes lustrés, qui représentent un faciès géosynclinal et métamorphique du Trias supérieur et du Lias, reposant souvent directement sur les gneiss, avec lesquels ils ont été autrefois réunis en un complexe métamorphique unique. La coupe 6 de mon précédent article montre la disposition de ces nappes au sud du Pas de la Greina; leur superposition est devenue indiscutable dans la région du Simplon, grâce aux nombreux travaux des divers géologues suisses qui ont été provoqués par le percement du tunnel. Elles ont été établies, dans la région du Mont-Rose, par les travaux de M. Lugeon et de son élève M. Argand, ainsi que par ceux de M. Carl Schmidt et de ses élèves; un Mémoire récent de M. Heim sur la partie nord-est du Tessin y montre une distinction analogue, et la correspondance de ces nappes lépontines paraît maintenant bien certaine, sauf pour des points de détail, dans toute l'étendue des Alpes comprise entre la Suisse et l'Italie; plusieurs d'entre elles, tout au moins, semblent pouvoir être suivies aussi dans la « zone du Piémont », entre la France et l'Italie.

Tout l'ensemble de cette région, qui, par son faciès des couches secondaires inférieures, correspond à la partie axiale du géosynclinal alpin, porte donc la trace de mouvements tangentiels dirigés vers l'extérieur de la chaîne alpine; en particulier, l'importante masse gneissique de la Dent-Blanche apparaît bien indiscutablement superposée, sur tout son pourtour, aux schistes lustrés mésozoïques et comme devant se rattacher à une bande gneissique enracinée plus méridionale que celle du Mont-Rose. La seule divergence actuelle consiste dans le fait que MM. Lugeon et Argand en cherchent l'origine dans les gneiss de la Sésia, qui se montrent en place un peu plus au sud que le Mont-Rose et qui n'ont que la valeur d'un repli analogue aux replis plus inférieurs qui se montrent empilés dans le massif du Mont-Rose; au contraire, M. Carl Schmidt en fait une nappe tout à fait indépendante des plus inférieures et d'une importance beaucoup plus grande, sa racine devant être cherchée bien plus au sud. Dans la coupe 7 de mon article précédent, cette

nappe se différencie nettement; c'est la grande nappe à noyau gneissique qui s'étend assez loin au nord et qui se superpose à plusieurs nappes bien moins importantes, qui sont celles du massif du Simplon.

Au sud de ces alternances de gneiss paléozoïques et de schistes lustrés mésozoïques, on trouve une zone avec nombreuses amphibolites et roches intrusives basiques (gabbros, serpentines), très analogues à ces roches basiques que nous avons vues exister dans la zone des klippes, au-dessus de la nappe de la Brèche; nous sommes donc amenés, par cette considération, à placer au voisinage de cette zone (dite des *amphibolites d'Ivrée*) l'origine probable des nappes les plus élevées qui aient pu arriver jusque sur le bord frontal des Alpes suisses. D'ailleurs, cette zone se rattache encore manifestement à la région des schistes lustrés ou lépontine, dont elle forme le bord méridional; par suite, les nappes préalpines superposées à celles à faciès helvétiques appartiendraient au faciès lépontin, et les plus élevées, tout au moins, pourraient provenir de la partie méridionale de la zone des schistes lustrés. Cette hypothèse, basée sur la seule considération des faciès, n'est d'ailleurs pas contredite par les faits observés sur le terrain : elle devient une chose presque certaine lorsqu'on passe le Rhin et qu'on arrive à la limite des Alpes Orientales.

IV

Jusqu'en ces dernières années, les relations réciproques des deux moitiés de la chaîne alpine étaient restées à peu près indéchiffrables, et il semblait qu'en allant de l'une à l'autre on passât d'une chaîne à une tout autre chaîne. Non seulement le style tectonique était différent, mais la nature même des couches qui se trouvent dans le prolongement les unes des autres se montrait tout autre.

Au premier examen, les Alpes Orientales se présentent comme formées par *un axe cristallin* de gneiss avec nombreux granites, bordé, de part et d'autre et symétriquement, par de puissantes masses calcaires, qui forment les *Alpes calcaires septentrionales* et *méridionales*. Mais, lorsqu'on cherchait à poursuivre ces divisions du côté de l'ouest, on s'apercevait vite que les terrains cristallins de l'axe ne prolongeaient que ceux qui, dans les Alpes Occidentales, se montrent dans leur partie tout à fait méridionale, au sud de la zone des amphibolites d'Ivrée, formant une bande très étroite entre celle-ci et le bord septentrional des Alpes calcaires méridionales, qui se montrent encore bien développées dans la région du Lac de Lugano et sur lesquelles je reviendrai plus loin. D'autre part, si, à un examen très grossièrement superficiel, la bande calcaire septentrionale des Alpes Orientales pouvait sembler prolonger celle des Hautes-Alpes calcaires suisses, il était facile de se convaincre qu'en réalité il n'en était absolument rien. Dans celles-ci, en effet, le grand développement des calcaires est attribuable au *Malm*, c'est-à-dire au Jurassique supérieur, et aussi à l'*Urgonien*, équivalent de certaines couches de la partie moyenne du Crétacé inférieur, tandis que le Trias y présente le faciès germanique ou extra-alpin des gypses et cargneules, qui se poursuit dans toutes les régions françaises et qui se montre donc encore caractéristique pour les nappes à faciès helvétique, en devenant toutefois rudimentaire dans la couverture des massifs hercyniens. Par contre, c'est au *Trias alpin*, bien caractérisé dans les Alpes calcaires méridionales et dans les Alpes Dinariques qui en sont le prolongement direct, qu'appartiennent aussi les grandes masses calcaires et dolomitiques du bord septentrional des Alpes orientales; ces couches empiètent, d'ailleurs, sur les niveaux les plus inférieurs du Jurassique, et, d'autre part, le Crétacé supérieur montre aussi, dans les Alpes calcaires orientales, des faciès notablement différents de ceux qui se rencontrent dans le faciès helvétique.

Non seulement il était impossible de raccorder les Alpes Occidentales avec les Alpes Orientales, mais la structure même de celles-ci, lorsqu'on les considérait en elles-mêmes et comme une individualité tectonique indépendante, montrait des anomalies restées absolument incompréhensibles, malgré les nombreuses et vives discussions auxquelles elles avaient donné lieu entre les géologues autrichiens.

Dès sa Note de 1884, Marcel Bertrand avait considéré le Rhätikon, situé sur la rive droite du Rhin, comme appartenant aux régions en recouvrement du bord septentrional des Alpes, et il insistait même sur la circonstance intéressante que « *les terrains dans la masse de recouvrement présentent le faciès alpin et dans les autres affleurements le faciès helvétique* ». Plus tard, dans son Mémoire sur le Chablais, M. Lugeon faisait remarquer l'analogie des roches éruptives du Flysch de l'Algäu et de celles qui se rencontrent dans le Flysch des Préalpes, et il attribuait l'apparition des premières à l'existence d'une ligne de chevauchement correspondant à la base des calcaires triasiques qui se montrent au bord externe des Alpes calcaires septentrionales. En même temps, il insistait sur la nécessité d'une exploration détaillée de ce bord des Alpes, jusque dans les Alpes de Salzbourg et peut-être plus loin encore.

En 1902, dans son Mémoire capital sur les Alpes suisses, M. Lugeon devint plus explicite et plus

précis. En se basant à la fois sur les faits qu'il connaissait personnellement et sur des considérations précédemment développées par M. Haug, il montrait la disparition des plis helvétiques par enfouissement sous la grande nappe triasique du Rhätikon; d'autre part, la présence du Lias sous les territoires salifères des Alpes de Salzbourg, avec un faciès différent de celui qu'il montre au-dessus des couches salifères, lui semblait un indice de la continuité des recouvrements vers l'est. De son côté, M. Haug avait été frappé de ce que, d'après les descriptions des auteurs sur le Salzkammergut, bien des faits y seraient de même nature que ceux qui existent dans les Alpes suisses et françaises, et il pensait que le recouvrement du Rhätikon devait entraîner le charriage de toute la zone des Alpes calcaires septentrionales.

En 1903, lors du Congrès géologique international de Vienne, M. Haug, d'une part, et M. Termier, de l'autre, eurent l'occasion d'assister aux excursions qui avaient lieu dans les Alpes Orientales, sous la direction des géologues autrichiens. Ainsi que M. Lugeon l'avait aussi pensé, ils arrivèrent à se convaincre, à peu près simultanément et d'une manière indépendante, en interprétant les faits observés et les coupes données par les géologues autrichiens à la lumière nouvelle de la théorie des charriages, que la structure des Alpes orientales s'explique avec la plus grande facilité par l'intervention de ces phénomènes. Des recherches de détail ultérieures, effectuées par M. Haug, accompagné par M. Lugeon dans l'une de ses courses, dans les Alpes calcaires septentrionales et par M. Termier dans la zone centrale, achevèrent d'entraîner leur conviction à cet égard.

Les relations des Alpes Occidentales et Orientales deviennent alors des plus simples *et s'expliquent tout naturellement par la circonstance que certaines nappes ont ou n'ont pas été respectées par l'érosion.* Nous nous trouvons, à la traversée du Rhin en aval de Coire, en présence d'un phénomène de même ordre, quoique sur une échelle plus grande, que celui qui rend si dissemblables les deux rives de l'Arve, au moment où les nappes des Préalpes commencent à être conservées, sur une assez grande largeur, par-dessus les nappes autochtones des Alpes de Savoie. Cette région de passage, fort intéressante, a été bien étudiée, postérieurement au Mémoire de M. Lugeon, par M. Steinmann et plusieurs de ses élèves, MM. Hoek, Paulcke, Schiller, von Seidlitz.

Tous ces travaux ont montré que, dans la région en question et principalement au sud du Rhätikon, la nappe dite du Falknis forme la base d'une série de nappes empilées, qui admettent dans leur constitution des gneiss et des schistes cristallins anciens, alternant avec des terrains secondaires (fig. 8 et 9). Ceux de la nappe du Falknis ont encore un faciès lépontin, tandis que les couches secondaires de la nappe du Rhätikon proprement dite et celles des nappes plus élevées ont le *faciès des Alpes orientales* ou *austro-alpin.*

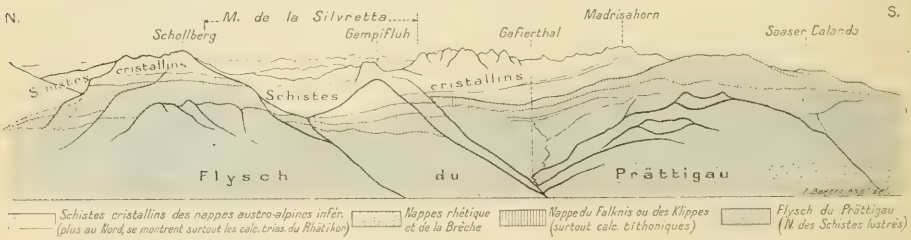


Fig. 8. — *Vue perspective des nappes lépontines supérieures et austro-alpines au-dessus de S. Antönien (Prättigau), d'après le* Dr Von Seidlitz.

Vers le bord septentrional des Alpes orientales, à partir du bastion avancé du Rhätikon, les terrains anciens ne se montrent plus à la base de ces nappes superposées, et il n'y a donc que des terrains secondaires dans ces Alpes calcaires septentrionales, où M. Haug a distingué quatre nappes, caractérisées chacune par un faciès très spécial des couches triasiques. Cette circonstance, combinée avec les hasards d'érosion qui font apparaître les nappes inférieures en *fenêtres* au milieu des plus élevées, ou bien celles-ci en témoins isolés au milieu des régions formées par les plus basses, explique que, dans ces Alpes calcaires septentrionales, bavaroises et autrichiennes, on rencontre des superpositions ou des alternances apparentes d'îlots de couches de même âge montrant des faciès très différents. Ces variations de faciès avaient été le point de départ des explications si compliquées du Trias alpin qui ont régné, non sans discussions acharnées, tant que la tectonique ne fut pas venue rendre à la stratigraphie une

part de l'aide qu'elle en avait reçue par ailleurs.

A l'ouest du Rhin, ces nappes des Alpes Orientales ne sont plus conservées et nous n'avons pas de représentants certains de leurs couches dans les Alpes suisses. Immédiatement au-dessous de la nappe du Rhätikon, se montrent souvent des brèches semblables à celles de la nappe de la Brèche du Chablais et de la Hornfluh et les roches très spéciales que j'ai précédemment indiquées comme subsistant, par quelques témoins, au-dessus de celles-ci; ces formations représenteraient donc l'ensemble de la nappe de la Brèche et de la nappe rhétique, difficiles à séparer l'une de l'autre : en tous cas, elles sont d'origine encore lépontine. La correspondance de ces nappes avec celles que nous avons reconnues dans les Alpes Occidentales ne laisse, d'ailleurs, guère place au doute, car, par-dessous, la nappe du Falknis, bien développée vers le nord, mais s'étirant progressivement vers le sud, qui est principalement formée de calcaires du Jurassique supérieur, avec quelques lambeaux de couches rouges du Crétacé supérieur, correspond indubitablement à la nappe des Klippes ou des Préalpes médianes (fig. 8 et 9).

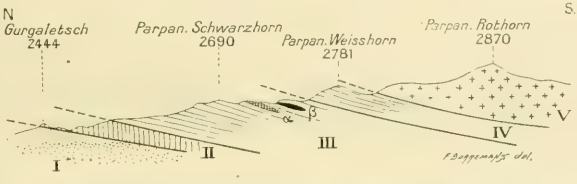


Fig. 9. — *Superposition des nappes lépontines supérieures et austro-alpines dans la partie orientale de la Plessurgebirge* (d'après le Dr Hoek). — I, *Nappe des schistes lustres*, terminée par la série du flysch du Prättigau; II, *Nappe des klippes*, surtout formée de calcaires du Malm, avec nombreux fragments de roches plus anciennes et de granites; III, *Nappe rhétique*, complexe varié de schistes et dolomies, avec « hornstein » rouges du Jurassique supérieur, granites (α) et serpentines (β); IV, V, *Nappes austro-alpines inférieures* : IV, calcaires et dolomies triasiques; V, schistes cristallins.

Les nappes du Rhätikon et du Falknis reposent d'ailleurs, ainsi que l'a bien montré tout d'abord M. Lugeon, sur divers éléments tectoniques, qui sont les suivants, en allant du nord vers le sud : tout d'abord la terminaison des nappes helvétiques plongeantes du Sentis et des Alpes glaronnaises, qui se réunissent à leurs racines par-dessus les plis autochtones de la couverture secondaire sous laquelle s'est terminé le massif hercynien de l'Aar, et enfin la grande masse des *Schistes des Grisons*, qui s'étalent largement autour de Coire et qui résultent certainement de la réunion des axes synclinaux de schistes lustrés des diverses nappes lépontines du Tessin.

La grande région semi-circulaire des collines du Prättigau, située sur la rive droite du Rhin, au pied des nappes en question, qui forment falaise au-dessus d'elle (fig. 8), est formée par une importante masse de flysch appartenant à la partie supérieure de ces nappes schisteuses et terminée par des couches à Globigérines, parfois recouvertes directement par une lame granitique très écrasée, qui forme localement la base de la nappe du Falknis.

On peut suivre la nappe du Rhätikon, par-dessus ce substratum, d'abord helvétique, puis lépontin, *sans aucune ambiguïté ni discontinuité*, depuis le front septentrional des Alpes jusqu'à la région des sources de l'Inn, c'est-à-dire jusqu'au sud de la zone des schistes lustrés, par dessus laquelle on la voit donc former un pont continu. Cela nous amène donc directement, de même que les considérations de faciès que j'ai précédemment exposées, à situer la racine de cette nappe, la plus basse de celles à faciès austro-alpin, au voisinage de la zone des amphibolites d'Ivrée (fig. 6).

La même conclusion s'étend, à fortiori, aux nappes plus élevées des Alpes orientales ou austro-alpines, dont la racine doit naturellement être cherchée encore plus au sud. J'ai d'ailleurs indiqué précédemment que les terrains cristallins qui entrent dans la constitution de ces nappes, dans la partie centrale de la chaîne, se relient directement aux *gneiss méridionaux* situés au sud de la zone des amphibolites en question. Malheureusement, tandis que nous avons vu que les couches secondaires (principalement triasiques) arrivent à se montrer seules sur le front septentrional de ces nappes, inversement on ne retrouve pas, dans cette zone des gneiss méridionaux, du moins au sud des Alpes suisses, de traces de terrains secondaires pouvant être comparés à ceux des nappes austro-alpines. Mais, en tous cas, on ne saurait aller plus loin vers le sud dans la recherche de la région d'origine de celles-ci.

On arrive très vite, en effet, lorsqu'on a dépassé la zone des roches basiques, à une grande ligne de dislocation, d'un intérêt capital pour la question qui nous intéresse. M. Ed. Suess l'a depuis longtemps mise en évidence, sur une partie de son parcours (ligne giudicarienne), et presque tous les géologues alpins sont actuellement d'accord pour y fixer *la limite méridionale des Alpes proprement dites*, définies par leur allure tectonique.

Au sud de cette ligne, on rencontre un faciès du Crétacé et du Jurassique encore plus méridional ou méditerranéen que dans toutes les nappes alpines proprement dites; le Trias alpin y recouvre des masses considérables de roches éruptives, por-

phyres et porphyrites, accompagnées de couches épaisses de tufs correspondant aux mêmes éruptions, qui appartiennent probablement au Permo-Carbonifère, et les dépôts carbonifères y sont bien développés. D'autre part, on a une allure tectonique très différente de celle que nous avons vue dans les Alpes. C'est un *régime presque tabulaire* qui commence pour ces couches secondaires; pourtant, il s'y rencontre encore des plis, mais ceux-ci sont incomparablement moins accentués que les accidents alpins. D'autre part, tandis que nous avons trouvé jusqu'ici un régime de mouvements tangentiels vers le nord, ou plutôt vers l'extérieur de la chaîne alpine, c'est maintenant un sens constant de mouvements vers le sud qui commence dans ces plis (le sens que nous indiquons pour ces mouvements étant naturellement celui du déplacement relatif des parties supérieures par rapport aux plus inférieures).

Nous sommes arrivés à la région des *Alpes calcaires méridionales*, qui, d'après ce qui précède, ne seraient donc plus véritablement alpines et qui, en effet, lorsqu'on les suit vers l'est, se séparent nettement des Alpes proprement dites, en se dirigeant vers le S.-E., pour se continuer par les *Alpes Dinariques*, où le régime des poussées en sens inverse de celui qui existe dans les Alpes est bien établi.

V

Toutefois, lorsque j'ai dit, plus haut, que les Alpes ne montrent que des mouvements dirigés vers leur extérieur, cela n'est pas entièrement exact et ne s'applique qu'aux Alpes helvétiques, où tous les mouvements en sens inverse qui avaient été invoqués pour la structure du bord externe de la chaîne, soit pour les Alpes de Glaris, soit pour l'origine des Klippes et des Préalpes, ont été controuvés par les recherches plus récentes. Lorsqu'on arrive aux Alpes franco-italiennes, de semblables faits de déversement des plis vers l'intérieur de la chaîne, c'est-à-dire vers le Piémont, commencent à devenir indiscutables et ont été bien mis en évidence, en particulier, par les recherches de M. Kilian et de M. Termier sur la région du Briançonnais et la portion adjacente de la zone du Piémont.

Cette disposition commence à se montrer dans la zone du Briançonnais et donne, à cette partie de la chaîne alpine, l'allure d'une chaîne en éventail composé, dont l'axe serait constitué par la bande de terrains houillers qui se montre largement à découvert dans la partie orientale de la zone du Briançonnais; puis le régime des plis déversés vers le côté italien se poursuit dans les terrains de la zone des schistes lustrés ou du Piémont, jusqu'au moment où ceux-ci disparaissent sous les dépôts de la plaine du Pô. L'*éventail houiller* a été considéré comme l'axe tectonique de la chaîne des Alpes françaises, jusqu'au jour où l'existence des nappes des Alpes Pennines devint indiscutable et où, d'autre part, s'imposa l'idée que ces nappes ne doivent pas s'arrêter brusquement au Massif du Mont-Rose, où elles sont si remarquablement développées, et qu'elles doivent se prolonger plus au sud.

La conclusion qui paraît donc s'imposer actuellement est que la disposition en éventail que montrent les Alpes franco-italiennes est une disposition *secondaire*, résultant de la déformation, par des replis poussés vers l'est, de plis couchés ou de nappes primitivement poussés vers l'extérieur de la chaîne et qui constituent encore, comme dans les Alpes suisses, la caractéristique de la structure de cette portion de la chaîne alpine. La seule question qui, actuellement, paraisse susceptible de discussion, réside dans l'importance à attribuer au phénomène principal de chevauchement vers l'extérieur de la chaîne; mais il ne semble plus guère y avoir de doute possible sur le fait que *le déversement des plis vers le côté italien n'est qu'un phénomène d'importance secondaire et de genèse postérieure au déversement général en sens inverse.*

MM. Kilian et Termier, qui connaissent si bien toute cette région alpine, pensent que la cause de ce déversement anormal doit être cherchée dans la décompression qu'a subie cette portion des Alpes lors de l'effondrement qui a donné naissance à la large plaine du Pô. Cet effondrement, qui, dans sa partie occidentale, réalise si bien la forme elliptique des *ovales méditerranéens*, arrive là à empiéter jusque sur la zone des schistes lustrés, dans laquelle se serait produit un *plissement à rebours* (Rückfaltung) ou un retroussement des plis antérieurs, par un appel au vide résultant de cet affaissement des régions plus internes, qui avaient originellement transmis les poussées d'origine interne ayant donné naissance au phénomène principal des mouvements vers l'extérieur de la chaîne.

Mais cette explication locale, qui paraît bien adéquate aux circonstances réalisées dans nos Alpes franco-italiennes, ne peut être invoquée avec vraisemblance pour les Alpes calcaires méridionales; on trouve certainement, dans le léger déversement au sud des plis qui s'y rencontrent, le début d'un régime tectonique différent de celui des Alpes et d'une autre zone de plissements, qui se sépare d'ailleurs très nettement des Alpes à partir des Alpes Dinariques et que, pour cette raison, M. Suess désigne sous le nom de *Zone des Dinarides*.

VI

Le grand accident qui sépare les Alpes des Dinarides suit d'abord un trajet assez sinueux, quoique approximativement dirigé du sud-ouest au nord-est, lorsqu'il commence à apparaître au nord de la zone effondrée du Pô et isole des Alpes proprement dites les Alpes Bergamasques et le Massif de l'Adamello. Puis il contourne le massif dolomitique du Tyrol méridional et s'oriente alors vers l'E.-S.-E. Il longe ainsi le pied septentrional des Alpes Carniques, puis celui de la Chaîne des Karawanken, en suivant presque exactement le cours du Gail, puis celui de la Drave. Cette grande ligne de discontinuité est souvent accompagnée par une roche intrusive récente assez spéciale, la *tonalite*, qui montre en particulier un large développement dans le Massif de l'Adamello (le Passo Tonale est au bord septentrional de ce massif). L'intrusion de cette roche paraît être en relation avec ce grand accident, qui est parfois désigné, pour cette raison, sous le nom de *ligne tonalitique*; M. Termier lui a, d'autre part, donné le nom de *faille alpino-dinarique*, indiquant ainsi qu'il constitue la limite des régions alpine et dinarique. *Nous réserverons donc actuellement le nom d'Alpes Orientales, au sens géologique, à la partie de la portion orientale de la chaîne montagneuse de ce nom qui est située au nord de la ligne tonalitique* (fig. 6).

Nous avons vu que, dans leur extrémité occidentale, les Alpes Orientales, ainsi définies, se montrent comme le résultat de l'empilement de nappes venues du Sud, dont les plus élevées ont une origine encore plus méridionale que la zone des amphibolites d'Ivrée. Elles ont recouvert à peu près entièrement les nappes préalpines ou lépontines, aussi bien que les nappes plus profondes à faciès helvétique, qui avaient submergé les régions autochtones jusqu'au bord de la chaîne et qui sont venues reposer jusque sur la formation extra-alpine de la mollasse suisse, qui se poursuit vers l'est, au pied des Alpes orientales, dans la dépression miocène de la Bavière et jusque dans le Bassin extra-alpin de Vienne (fig. 10). Les nappes lépontines manquent généralement sur le bord externe des Alpes Orientales, sauf en quelques lambeaux peu importants, et cela montre bien qu'elles ont été débordées par les nappes austro-alpines; mais il n'en est pas de même pour les terrains charriés des nappes à faciès helvétique, qui, quoique assez réduits, se retrouvent néanmoins sur toute la longueur du front des Alpes Orientales. C'est, en effet, à ces terrains helvétiques qu'il faut rapporter le massif du Vorarlberg, et une traînée continue de cette zone se poursuit jusqu'à Vienne, entre la mollasse miocène et les calcaires triasiques alpins des Alpes Bavaroises, puis des Alpes de Salzbourg et, enfin, des Alpes Autrichiennes. Cette traînée est souvent réduite simplement à une bande de flysch, qui peut devenir, en partie, d'âge crétacé supérieur lorsqu'on se rapproche de la région carpathique, où la formation détritique importante du flysch ou du grès carpathique se montre nettement à cheval sur le Crétacé supérieur et le Nummulitique.

Quant aux nappes lépontines, que nous avons vu manquer généralement sur le bord externe des Alpes Orientales (bien qu'au Prättigau, sur la rive droite du Rhin, elles s'enfouissent manifestement sous les nappes austro-alpines), elles reparaissent au cœur de la chaîne, dans certaines *fenêtres* qui traversent entièrement cette carapace de nappes superposées à elles. Lorsque les terrains lépontins se montrent ainsi de nouveau au jour, c'est avec le faciès qu'ils présentent dans les Alpes Valaisannes et Tessinoises, c'est-à-dire sous la forme de schistes lustrés reposant sur des schistes métamorphiques anciens. D'après les observations de M. Termier, ce fait se montre nettement dans deux régions.

L'une est une ellipse très régulière, occupant la *Basse-Engadine* et ayant un grand axe de 55 kilomètres, le long de l'Inn, avec un petit axe, transversal à la vallée, de 18 kilomètres; il ne s'y montre que des schistes lustrés mésozoïques, avec les roches vertes qui les accompagnent souvent dans leurs nappes les plus méridionales ou les plus élevées. Ces couches secondaires s'enfoncent, de toutes parts, avec intercalation de minces lames de Trias et de Lias, sous des gneiss et des schistes gneissiques qui occupent la base de l'une des nappes austro-alpines inférieures et qui formaient primitivement une grande coupole elliptique très surbaissée par-dessus les terrains qui apparaissent dans la fenêtre en question. La façon dont ceux-ci se comportent au voisinage de la vallée du Rhin montre, d'ailleurs, qu'ils ne représentent eux-mêmes que des nappes charriées, probablement superposées à d'autres nappes à faciès helvétique, en sorte que le substratum autochtone (c'est-à-dire les terrains secondaires qui reposeraient directement sur les couches primaires qui doivent former la prolongation de celles des massifs de l'Aar et du Saint-Gothard) ne pourrait certainement être atteint qu'à une grande profondeur. M. le Professeur Ed. Suess, qui avait depuis longtemps prévu l'extension considérable des phénomènes de charriage dans la chaîne alpine et qui, lors du Congrès de Vienne, avait donné son adhésion à leur application aux Alpes-Orientales, a apporté, en 1905, une importante confirmation de l'interprétation de cette « fenêtre » de la vallée de l'Inn, aux environs de Nauders.

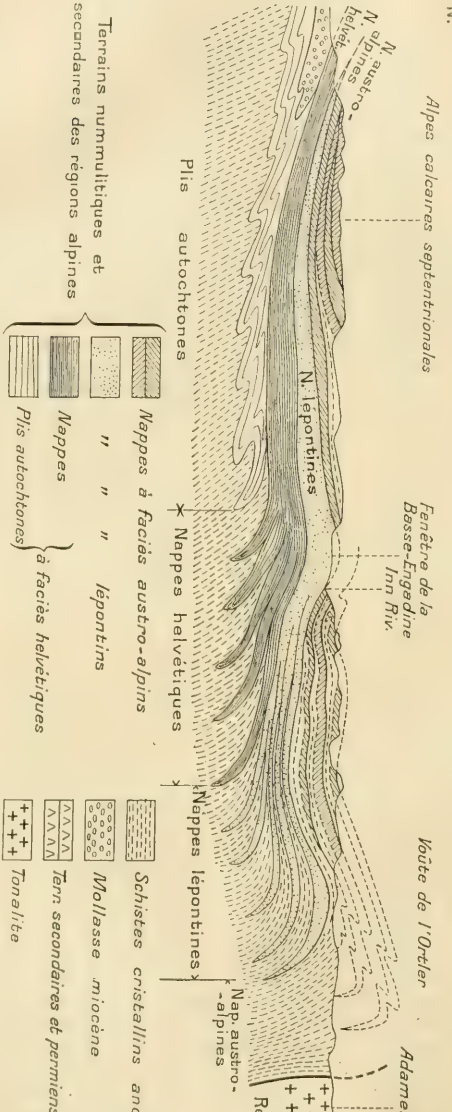


Fig. 10. — *Coupe schématique des Alpes Orientales, par la Basse-Engadine et le Massif de l'Ortler d'après les travaux de* MM. Haug, Termier, etc.

Nota. — La figuration des nappes helvétiques et lépontines, par-dessous les nappes austro-alpines qui leur forment une carapace presque continue, est entièrement hypothétique, du moins quant au nombre et à l'emplacement des racines de ces nappes et à la prolongation des terrains cristallins anciens à leur intérieur.

La seconde fenêtre reconnue par M. Termier est beaucoup plus étendue que la précédente; c'est la région des *Hohe Tauern*, où se retrouvent non seulement les mêmes schistes lustrés que dans la fenêtre de la Basse-Engadine, mais aussi des voûtes de gneiss inférieurs, qui avaient été autrefois considérés comme formant les terrains les plus inférieurs de la zone axiale et qui, pour cette raison, avaient reçu des géologues autrichiens le nom de Zentralgneiss. Les schistes lustrés, qui, d'après M. Termier, enveloppent ces gneiss des Hohe Tauern à la façon d'un manteau, s'enfoncent sous du Trias et celui-ci sous des terrains paléozoïques appartenant aux nappes austro-alpines. Cette grande fenêtre se termine, vers l'ouest, à la région du Brenner; mais l'axe de l'anticlinal commun à toutes les nappes superposées, qui a permis à l'érosion de mettre à découvert les nappes lépontines, se poursuit très nettement vers le sud-ouest. Dans le Massif de l'Ortler, on voit les nappes austro-alpines former une grande voûte et présenter nettement l'allure de carapaces emboîtées, mais sans pourtant laisser apparaître au jour des schistes lustrés (fig. 10). Dans son Étude des Alpes entre le Brenner et la Valteline, M. Termier est arrivé à distinguer quatre nappes austro-alpines, superposées aux schistes lustrés et principalement formées par des terrains anciens séparés par d'assez minces lames de terrains secondaires. D'autre part, M. Haug, dans son étude des Alpes calcaires septentrionales des environs de Salzbourg, a aussi distingué, dans les couches secondaires qui y sont seules représentées, quatre nappes superposées; mais jusqu'ici les documents manquent de précision sur les rapports qu'elles peuvent avoir avec celles que M. Termier a reconnues dans la région voisine de leurs racines.

Pour l'emplacement de celles-ci, il est évident qu'on doit nécessairement la chercher au sud du bord méridional de la fenêtre des Hohe Tauern. Or, celui-ci est extrêmement rapproché de la ligne tonalitique ou faille alpino-dinarique, et c'est dans l'étroite bande qui les sépare, à proximité immédiate de la vallée du Gail, que nous sommes donc amenés à situer cette région des racines des nap-

pes austro-alpines. Or, M. Haug avait déjà, depuis que se pose la question des nappes alpines, mis en évidence la grande ressemblance qui existe entre les faciès des terrains secondaires rencontrés dans les Alpes calcaires septentrionales et de ceux qui se montrent en minces lames intercalées au milieu des couches primaires dans cette *zone du Gail*. M. Termier a constaté que celle-ci se montre formée de couches très redressées, souvent verticales, et qu'elle présente très nettement l'allure d'une région de racines, analogue à celle qui a donné naissance aux plis couchés du Mont-Joly, par exemple. C'est donc dans cette zone du Gail, située immédiatement au nord des terrains anciens des Alpes Carniques, zone extrêmement écrasée et parfois réduite à une largeur de 8 kilomètres, tout au plus, que doivent manifestement s'enraciner les grands plis couchés qui se sont avancés jusque sur le bord septentrional des Alpes Orientales, donnant naissance aux nappes des Alpes calcaires septentrionales ou du moins, d'après M. Haug, aux moins élevées de ces nappes. Il faut d'ailleurs remarquer qu'à l'inverse de ce qui a lieu pour les nappes qui forment le bord externe des Alpes suisses, la continuité avec la région des racines est restée presque constante, puisque le substratum lépontin de ces nappes austro-alpines ne se montre que dans des déchirures isolées de ce grand manteau, qui peut se suivre sans discontinuité depuis son bord septentrional jusqu'à la ligne de discontinuité qui sépare le pays alpin proprement dit du pays dinarique. Il serait extrêmement intéressant d'examiner aussi la signification de cette ligne et d'étudier l'allure tectonique de la région qui appartient aux Dinarides; mais cela nous entraînerait trop loin, et je veux seulement tirer la conclusion suivante de tout ce qui précède.

VII

Les Alpes Occidentales sont une région où certainement il y a eu des nappes de charriage bien développées; mais celles-ci y ont été très fortement entamées par l'érosion, qui n'en a souvent conservé que les parties frontales entièrement séparées de leurs racines, surtout pour les plus superficielles de ces nappes (les nappes préalpines), qui ne subsistent souvent qu'à l'état de lambeaux entièrement isolés les uns des autres. Au contraire, les Alpes Orientales sont restées un pays de nappes, dont les plus superficielles ont été à peine érodées et ne laissent transparaître que quelques-unes des plus profondes, et en quelques points seulement.

D'autre part, la comparaison des nappes qui se rencontrent des deux côtés du Rhin montre que les nappes les plus élevées dont on ait la trace dans les Alpes Occidentales sont les plus profondes qui apparaissent dans les fenêtres des Alpes Orientales. Les nappes austro-alpines sont inconnues en Suisse et, *a fortiori*, dans les Alpes franco-italiennes. Cela peut évidemment être dû, en partie, à une érosion d'autant plus intense qu'on s'approche plus de la Méditerranée; mais cette cause ne me semble pas suffisante, et il est très probable que les nappes supérieures des Alpes Orientales ont dû manquer effectivement à quelque distance à l'ouest de la région où nous les connaissons, soit qu'il y ait eu diminution graduelle du phénomène dans les parties plus occidentales de la chaîne, suivant une loi qui paraît ressortir de ce que nous avons vu pour les Alpes françaises, soit encore que les nappes se soient successivement relayées longitudinalement, comme on en observe des exemples pour certaines digitations des nappes de la région glaronnaise et ainsi que le montre la terminaison même des nappes de Glaris, qui, à l'est du Rhin, ne semblent plus être que des replis dans le flysch. Nous ne chercherons pas, pour l'instant, à discuter ce point et nous nous bornerons à enregistrer, d'après ce qui a été publié, la généralité aujourd'hui constatée des phénomènes de charriage dans les régions alpines. Pour les Alpes Orientales, dont l'étude, à ce point de vue nouveau, est à peine ébauchée par les travaux locaux de MM. Haug, Lugeon et Termier, bien des détails y sont encore à rechercher; il est d'ailleurs permis d'espérer que les géologues autrichiens, convertis à la théorie des charriages, nous apporteront à bref délai de nombreux documents à cet égard.

Avant de terminer, je rappellerai que, pour le prolongement des Alpes Orientales qui, dans les Carpathes, se montre à l'est de la dépression occupée par les mers miocènes, puis pour les formations plus récentes de la plaine danubienne, cet espoir est déjà réalisé en grande partie. M. Ed. Suess avait, en effet, montré, depuis longtemps, que les grès carpathiques chevauchent fortement, au bord externe de l'arc carpathique, sur un avant-pays formé par la région hercynienne des Sudètes et par sa couverture argileuse du Schlier miocène, riche en dépôts salifères, exploités en particulier dans les mines si connues de Wieliczka. D'autre part, cette région des grès carpathiques, qui correspondent au Crétacé supérieur et au Nummulitique, montre un très beau développement de *klippes*, analogues à celles de la Suisse et qui constituent des pointements isolés de roches secondaires plus anciennes; ces klippes avaient été magistralement étudiées par le Professeur Uhlig, qui était arrivé à leur attribuer une origine analogue à celle qui avait été aussi mise en avant pour les klippes suisses, antérieurement à la découverte des charriages venus du sud. De même, M. Uhlig, dans une très belle mono-

graphie de détail du Massif de la Tatra, qui montre une réapparition des terrains anciens, n'avait pu expliquer les apparences tectoniques compliquées qui s'y observent que par des mouvements dirigés du nord vers le sud.

Mais M. Lugeon, en se basant uniquement sur ces travaux et sans avoir étudié personnellement la région, montra que la structure compliquée du Massif de la Tatra, qui résultait de la notion de plis enracinés, mais poussés vers le sud, c'est-à-dire en sens inverse de ce qui a lieu dans le reste nappes avec celles qui ont été reconnues dans les Alpes Orientales, en y distinguant : 1° deux nappes superposées à faciès helvétique (nappes sub-beskidique et beskidique); 2° trois nappes lépontines (nappes subpiéninique, piéninique et haut-tatrique, cette dernière étant l'équivalent de celle qui se montre dans la fenêtre des Tauern); 3° trois nappes austro-alpines (nappes subtatrique, de la « Ceinture interne » et du Mittelgebirge hongrois) (fig. 11).

Ce parallélisme exact est peut-être encore un peu sujet à revision, mais il y a toutefois là une

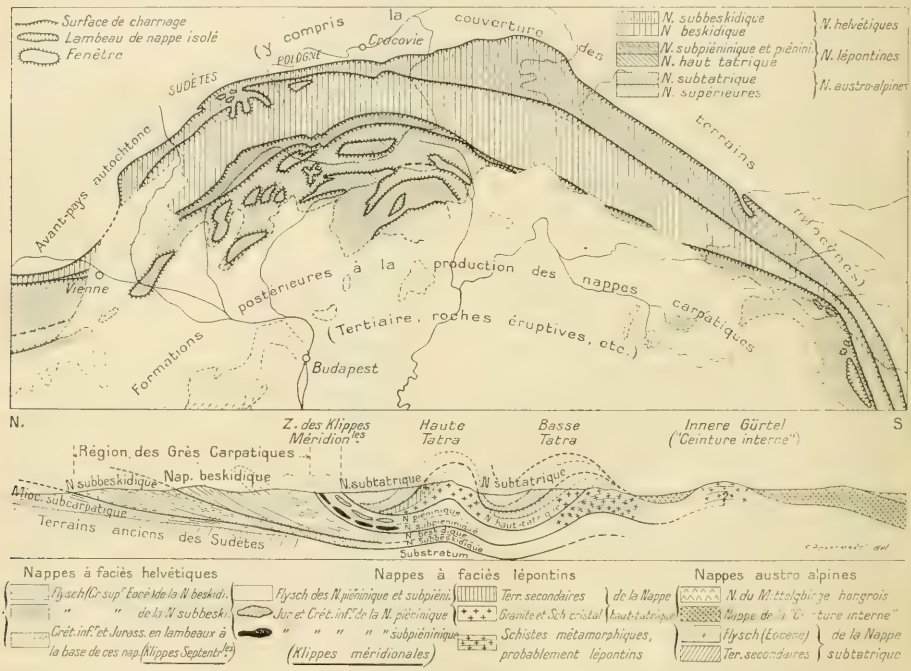


Fig. 11. — *Carte et coupe schématiques des nappes des Carpathes* (*d'après le Prof.* V. Uhlig, 1907).

de la chaîne, s'éclaire d'un jour tout nouveau si l'on admet que ce sont des portions frontales de nappes venues du sud qui se superposent et s'enfoncent dans le flysch carpathique. Un géologue polonais, M. Limanovski, montra que M. Lugeon avait raison de considérer le phénomène des nappes de recouvrement comme devant être aussi reconnaissable dans les Carpathes, et enfin, tout récemment, M. Uhlig s'est lui-même entièrement rallié à l'interprétation de M. Lugeon. Il a distingué un certain nombre de nappes superposées, toutes venues du sud, et qui expliqueraient les apparitions de plusieurs bandes de klippes, ainsi que les faits constatés dans la Tatra; il a même parallélisé ces constatation extrêmement importante et qui, jointe à la rencontre de nappes dans les Carpathes orientales, puis méridionales (ou roumaines), montre le très grand développement des mouvements dirigés vers l'extérieur de l'arc alpin dans toutes les régions de l'Europe centrale dont l'étude est suffisamment avancée pour permettre aux géologues d'avoir une opinion précise sur les déformations qu'y ont subies les couches, lors du grand mouvement orogénique qui a donné naissance à cette grande vague de l'écorce terrestre.

Léon Bertrand,
Collaborateur principal
au Service de la Carte géologique de France,
Chargé de Cours à l'Université de Paris.

LES SPECTRES DE LIGNES ET LA CONSTITUTION DES ATOMES

I. — Généralités. Nouvelles lois empiriques.

La nature des atomes et des forces moléculaires nous est, on le sait, bien peu connue, malgré les efforts toujours renouvelés des chercheurs; la grande difficulté du problème vient, en effet, de ce que ce ne sont pas, en règle générale, les propriétés des atomes, mais des moyennes compliquées, dépendant de l'agitation moléculaire et des conditions extérieures, qui font l'objet de nos perceptions. Pourtant il est, à cette règle, une exception importante : les spectres des corps simples nous renseignent d'une façon immédiate sur les modes de vibration des atomes, car la position des raies dans le spectre est à peu près complètement indépendante soit de la température, soit des conditions extérieures, et même des actions des molécules les unes sur les autres. Évidemment, s'il était possible de conclure des vibrations des charges électriques de l'atome aux forces qui les produisent et à la disposition ou au mouvement des charges elles-mêmes, le problème serait résolu; la précision extrême des mesures spectrales nous fournit donc, sur ce sujet, des documents nombreux et précieux, écrits malheureusement en des hiéroglyphes que nous ne savons pas déchiffrer. Pourtant, quelques résultats ont été obtenus dans cette voie, grâce à la remarquable simplicité de quelques-unes des lois empiriques reliant entre elles les longueurs d'onde d'un spectre. On va voir que le problème comporte, en effet, pour l'hydrogène du moins, une solution très simple, qui s'accorde parfaitement avec les vues générales sur la constitution des atomes auxquelles ont mené les dernières découvertes.

Rappelons la formule remarquable, découverte par Balmer, qui relie entre elles les longueurs d'onde λ des raies du spectre de l'hydrogène. Elle peut s'écrire, en désignant par N une certaine constante :

$$\frac{1}{\lambda} = N\left[\frac{1}{2^2} - \frac{1}{m^2}\right].$$

En donnant successivement à m les valeurs 3, 4, 5, ..., 32, on obtient exactement les longueurs d'onde de toutes les raies de l'hydrogène. L'erreur, si elle existe, semble être inférieure au cent-millième.

Pickering a découvert, dans certaines étoiles où l'hydrogène prédomine, une seconde série de lignes, que nous ne savons pas encore produire au laboratoire, et qui sont données par la formule :

$$\frac{1}{\lambda} = N\left[\frac{1}{2^2} - \frac{1}{\left(m + \frac{1}{2}\right)^2}\right] \quad m = 1, 2, 3 \ldots,$$

où N désigne la même constante que plus haut.

On est porté, avec Balmer et Rydberg, à penser qu'en réalité ces formules devraient s'écrire chacune avec *deux* nombres entiers arbitraires m et n, en sorte que le spectre de l'hydrogène serait donné par les formules :

$$1) \qquad \frac{1}{N}\cdot\frac{1}{\lambda} = \frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2},$$

$$2) \qquad \frac{1}{N}\cdot\frac{1}{\lambda} = \frac{1}{n^2} - \frac{1}{\left(m + \frac{1}{2}\right)^2},$$

les valeurs $n = 3, 4 \ldots$, correspondant à des lignes infrarouges. Cette hypothèse a reçu tout récemment une confirmation éclatante. Sur mes indications, M. Paschen a effectivement trouvé deux lignes infrarouges de l'hydrogène, qu'il a pu mesurer avec une grande précision [1] : il a obtenu :

$$\lambda = 18.751.3 \pm 1 \text{ U.Å.} \quad \text{et} \quad \lambda = 12.817,6 \pm 1,5 \text{ U.Å.}$$

Or, les formules :

$$\frac{1}{N}\cdot\frac{1}{\lambda} = \frac{1}{3^2} - \frac{1}{4^2}; \quad \frac{1}{N}\cdot\frac{1}{\lambda} = \frac{1}{3^2} - \frac{1}{5^2},$$

donnent $\lambda = 18.751,6$ et $12.818,7$; l'accord ne laisse rien à désirer.

Il semble que la recherche de systèmes mécaniques ou électromagnétiques dont les vibrations soient représentées par des formules d'une telle simplicité ne soit pas une entreprise déraisonnable. D'ailleurs, des lois analogues ont été découvertes dans d'autres spectres, comme on sait, par Rydberg, Kayser et Runge. Ici encore, la démonstration est faite [2] que les formules contiennent deux entiers arbitraires. En première approximation, on peut les écrire, avec Rydberg :

$$\frac{1}{N\lambda} = \frac{1}{n + a^2} - \frac{1}{m + a^2},$$

et, plus exactement, comme l'a montré l'auteur de cet article :

$$3) \qquad \frac{1}{N\lambda} = \frac{1}{\left(n + a + \frac{b}{n^2}\right)^2} - \frac{1}{\left(m + a' + \frac{b'}{m^2}\right)^2},$$

[1] F. Paschen : *Ann. der Physik*, octobre 1908.

[2] Pour plus de détails sur ce qui suit, consulter mes différents Mémoires : *C. R.*, t. CXLV, p. 178, 1907; *Physikal. Zeitschr.*, août 1908; *The Astrophysical Journal*, octobre 1908; *Ann. der Physik*, t. XXV, p. 660, 1908

N a la même valeur que pour l'hydrogène, tandis que les constantes a, b, a', b', varient d'un élément à l'autre. En les choisissant convenablement, et posant $m = 1\,{}^1/_2$, $n = 2, 3 \ldots$, la formule (3) donne la « *série principale* » de Kayser et Runge; pour $n = 2$, $m = 2\,{}^1/_2$, $3\,{}^1/_2, \ldots$, elle donne la *deuxième série secondaire*; aux systèmes de valeurs $n = 3$, $m = 2\,{}^1/_2, \ldots$, etc., correspondent également des raies observées. Remplaçant a', b', par certaines nouvelles constantes a'', b'', on aura pour $n = 2$, $m = 3, 4, 5, \ldots$, la *première série secondaire*, qui a même limite, pour $m = \infty$, que la deuxième. Ici encore, les lignes infrarouges $n = 3$, $m = 3, 4$, etc., ont pu être observées. Mais, résultat qui précise nettement la signification de ces formules, si, au lieu de combiner, comme nous venons de le faire, un premier terme en a, b avec un deuxième en a', b' ou en a'', b'', nous combinons ceux-ci entre eux, de manière à former l'expression :

$$(4) \qquad \frac{1}{N\lambda} = \frac{1}{\left(n + a' + \frac{b'}{n^2}\right)^2} - \frac{1}{\left(m + a'' + \frac{b''}{m^2}\right)^2},$$

nous *obtenons encore des lignes observées*, au moins dans certains spectres. Enfin, pour Li, Na, on peut, dans un sens analogue, combiner la série principale avec elle-même :

$$(5) \qquad \frac{1}{N\lambda} = \frac{1}{\left(m + a + \frac{b}{m^2}\right)^2} - \frac{1}{\left(n + a + \frac{b}{n^2}\right)^2}.$$

Ces lois énoncent que, par l'addition ou la soustraction des fréquences de deux lignes ou séries observées, on obtient la fréquence d'une nouvelle ligne ou série de lignes. Les erreurs sont de l'ordre des incertitudes expérimentales; pour l'hélium, on calcule pour la ligne la plus intense du système (4): $\frac{1}{\lambda} = 26.244{,}86$; l'expérience a donné 26.244,78.

Je n'insiste pas davantage; on voit que :

1° Les lois simples se rapportent toujours à $\frac{1}{\lambda}$, c'est-à-dire à la fréquence;

2° Qu'en faisant augmenter indéfiniment l'un ou l'autre des nombres entiers, les fréquences obtenues ont une limite;

3° Que chacun des deux termes de la formule a, en quelque sorte, une existence séparée, et qu'on obtient les raies d'un spectre en combinant de diverses manières entre eux de tels termes.

II. — Hypothèse des champs atomiques.

Ces résultats généraux font nettement ressortir la grande différence qui existe entre tous les modes de vibrations élastiques, électriques et autres que nous connaissons, et les vibrations spectrales. En premier lieu, — et lord Rayleigh a beaucoup insisté sur ce point, — les lois simples des phénomènes vibratoires se rapportent, à peu d'exceptions près, aux *carrés* des fréquences, et non aux fréquences elles-mêmes. Cela tient à ce que, à côté des cordonnées qui définissent l'état des systèmes, les équations du mouvement en contiennent les dérivées secondes ou accélérations. Or, lorsqu'il s'agit de vibrations, le temps n'entre que sous la forme $\sin \nu(t-t_0)$, expression dont la dérivée seconde contient le facteur ν^2; pour déterminer la fréquence ν, on a donc finalement, puisque $\sin \nu(t-t_0)$ disparaît du résultat, une équation en ν^2, et ce n'est que dans des cas très particuliers qu'on pourra extraire algébriquement la racine carrée. Il en serait autrement, a remarqué lord Rayleigh, si les équations étaient du premier ordre. Malheureusement, l'introduction des accélérations s'impose à tous les points de vue d'une manière absolue, et il semble que, dès l'abord, nous nous trouvions dans une impasse.

Pourtant, une hypothèse simple va nous tirer d'embarras. Si les forces qui produisent les vibrations, au lieu d'être déterminées par la position ou la déformation du système, comme c'est généralement le cas pour les systèmes élastiques et autres, dépendent des vitesses, les équations du mouvement ne contiendront, à côté de celles-ci, que leurs dérivées premières, les accélérations; elles seront du premier ordre par rapport aux vitesses.

Or, la *force magnétique* satisfait précisément à cette condition, et, de plus, nous ne saurions douter de l'existence de champs magnétiques puissants à l'intérieur des atomes. D'après la théorie du ferromagnétisme de P. Weiss[1], ces champs sont au moins de l'ordre de 10^7 gauss, ordre de grandeur du champ moléculaire, et l'on sait que l'explication quantitative des anomalies des chaleurs spécifiques du fer, du nickel et du cobalt est venue confirmer cette théorie d'une façon remarquable. D'autre part, M. Humphreys, pour expliquer les lois du déplacement des raies sous l'influence de la pression, phénomène découvert par lui il y a quelques années, a été amené à les attribuer à l'action réciproque de champs moléculaires de l'ordre de grandeur de 10^8 gauss.

Avec un tel champ, on montre sans difficulté qu'il est possible, d'une infinité de manières, d'obtenir des vibrations de corpuscules de fréquence proportionnelle à ce champ et d'un ordre de grandeur correspondant aux vibrations lumineuses. Il suffit, par exemple, d'assujettir le corpuscule à rester sur un élément de surface ou dans un plan

[1] Voir la *Revue gén. des Sciences* du 15 février 1908.

donné : ce corpuscule, mis en mouvement, exécutera un mouvement circulaire de fréquence ν proportionnelle à la composante H_n du champ H normale au plan. Si au champ H_n vient s'en ajouter un nouveau H'_n, qui produirait à lui seul une vibration de fréquence ν', la superposition des deux champs donnera la fréquence $\nu + \nu'$. On obtient donc bien la forme linéaire exigée par la loi des différences constantes et par les lois énoncées ci-dessus.

III. — Les spectres de l'hydrogène. Les séries.

Admettons donc que les forces qui produisent les vibrations des spectres de lignes, ou, plus exactement, des spectres en séries, soient purement magnétiques. Cette hypothèse va nous permettre d'expliquer l'existence d'une limite des fréquences, et surtout de donner une interprétation simple des formules (1) et (2) de l'hydrogène ; de plus, elle nous fera comprendre l'origine des effets Zeeman anormaux et compliqués. Sa probabilité s'en trouvera accrue d'autant plus que, malgré les efforts de nombreux chercheurs, aucune solution admissible ni de l'un ni de l'autre de ces problèmes n'avait pu être trouvée jusqu'ici.

Admettons (ce sera l'hypothèse la plus simple) que le champ soit produit par un aimant, et supposons, par raison de symétrie, le corpuscule placé sur le prolongement de la ligne des pôles à une distance r_1 du premier, r_2 du second, et exécutant de petites vibrations dans un plan perpendiculaire à cette ligne. Soit μ la charge magnétique d'un des pôles ; la fréquence sera proportionnelle au champ, pris au point où se trouve le corpuscule, c'est-à-dire à

$$\mu\left[\frac{1}{r_1^2} - \frac{1}{r_2^2}\right];$$

soit A un facteur qui ne dépend que de la charge et de la masse du corpuscule ; on aura :

$$\text{fréquence} = \nu = A\mu\left[\frac{1}{r_1^2} - \frac{1}{r_2^2}\right].$$

On reconnaît déjà la forme si curieuse des formules (1) à (4).

Pour obtenir exactement les formules de l'hydrogène, il suffira dès lors de supposer l'aimant composé d'un nombre arbitraire m' d'aimants identiques entre eux, de longueur a chacun, posés bout à bout. De plus, l'aimant sera rattaché de façon rigide à l'élément de surface dans lequel le corpuscule est assujetti à vibrer, au moyen d'un certain nombre de particules de mêmes dimensions que les aimants, également posées bout à bout, mais non magnétiques. Les distances r_1, r_2, seront alors des multiples de a, soit $r_1 = ma$, $r_2 = ma$, et les fréquences seront :

$$\frac{A\mu}{a^2}\left[\frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2}\right].$$

Il suffit de choisir convenablement les constantes A, μ, a^2, pour obtenir la formule (1) de l'hydrogène.

En somme, il faut admettre que, dans les conditions où il émet la série de Balmer, l'hydrogène est susceptible d'états divers, constituant en un certain sens des polymérisations, et résultant de ce qu'un nombre plus ou moins grand d'éléments magnétiques et non magnétiques, dont il n'est pas nécessaire de préciser la nature, peuvent s'agglomérer entre eux en forme de chapelet rectiligne et s'attacher à l'atome d'hydrogène. Ou, si l'on veut une image concrète : prenons une barre aimantée et deux barres de cuivre de même longueur ; plaçons-les bout à bout. A l'extrémité cuivre du système, plaçons une charge électrique convenable, et donnons-lui une légère impulsion ; elle vibrera en donnant la raie Hα. Ajoutons au bout de la première une seconde barre aimantée identique : nous obtiendrons Hβ ; une troisième donnera Hγ, etc.

Cette explication est-elle invraisemblable au point de vue des idées modernes sur la constitution de la matière ? On ne saurait le prétendre. Il est, en effet, facile, de bien des manières, de distribuer l'électricité dans un corps de révolution en rotation autour de son axe, de manière à le rendre équivalent à un aimant élémentaire. Des mouvements rotatoires ou circulatoires des charges électriques à l'intérieur des atomes sont, d'ailleurs, indispensables pour expliquer le magnétisme ; les premiers sont les plus stables. D'autre part, les systèmes qui émettent les spectres de lignes — et c'est encore lord Rayleigh qui a particulièrement insisté sur ce point — doivent être extraordinairement stables, sinon les lignes deviendraient diffuses. Si donc on admet que l'atome chimique est un assemblage de divers éléments, l'hypothèse de connexions rigides entre ces éléments sera particulièrement probable. Enfin, parmi les diverses manières d'assembler un nombre variable d'éléments, une des plus simples est sans contredit de les poser bout à bout.

Il est bien évident que toute hypothèse particulière sur la structure des atomes, capable d'expliquer le grand nombre de lignes des spectres, paraîtra plus ou moins improbable à première vue. On s'en rend compte pour peu qu'on y réfléchisse. L'hydrogène lui-même, qu'on sera tenté de considérer comme le plus simple des éléments, possède plusieurs spectres et émet des centaines de lignes de caractères très différents. On devra bien admettre que cette simplicité est très relative, et s'estimer heure x d'y découvrir au moins des

rapports géométriques simples et des forces connues, agissant suivant des lois simples, comme c'est le cas dans l'hypothèse qui nous occupe.

D'ailleurs, on peut modifier notre système de diverses manières, éviter l'introduction des éléments non magnétiques, etc. *Le point essentiel est que les vibrations soient produites par un champ magnétique provenant de deux pôles susceptibles de prendre chacun, dans l'atome, un certain nombre de positions différentes, équidistantes sur des lignes droites.*

En généralisant ces hypothèses, on arrive à d'autres formules telles que (2), (3); il existera toujours une limite des vibrations. L'observation a donné ce résultat remarquable que le facteur N est le même pour tous les corps. Cela exige, dans notre théorie, que non seulement le corpuscule vibrant, mais aussi les « aimants élémentaires », soient identiques pour tous les corps. On voit ainsi apparaître, à côté des corpuscules, un deuxième élément constituant universel de la matière.

IV. — Les effets Zeeman anormaux.

On sait que ce sont précisément les lignes appartenant aux séries qui se décomposent, dans un champ magnétique, de la façon en général la plus compliquée. On a compté quinze et même dix-neuf composantes, et les distances de ces composantes sont très souvent entre elles comme des nombres entiers. M. Lorentz a tenté d'expliquer ces décompositions en remplaçant l'électron simple de la théorie élémentaire par des systèmes à n degrés de liberté; et il faut autant de systèmes qu'il existe de lignes spectrales. C'est donc là une hypothèse très compliquée; encore les décompositions observées n'ont-elles pu être interprétées, je ne dis pas physiquement, mais mathématiquement, que dans un très petit nombre de cas, et la loi des rapports rationnels reste inintelligible. Il en est autrement dans notre hypothèse. Un système magnétique exécutera dans la plupart des cas, sous l'influence combinée du champ extérieur et du champ intérieur, beaucoup plus intense, des mouvements oscillatoires périodiques, développables en série de Fourier. Il en résulte, pour l'électron vibrant, des mouvements plus compliqués, et le calcul montre que, ω étant la période du mouvement de l'atome, la vibration sera décomposable en une somme de termes sinusoïdaux, correspondant à des lignes de fréquence $\nu_0 \pm m\omega$, ν_0 étant la fréquence primitive, et m un entier. On voit que les distances des composantes sont bien dans un rapport rationnel; leurs polarisations sont celles qu'exige l'expérience. Un électron nous donnera, en général, à lui seul, un nombre infini de composantes, dont quelques-unes seulement sont assez intenses pour être perçues; leur nombre dépend de la rapidité de la convergence de la série. *Le phénomène de Zeeman joue donc, dans cette manière de voir, pour les mouvements rotatoires de l'atome, le rôle d'un analyseur harmonique.*

V. — Autres modes d'explication. Conclusion.

Peut-on conclure de là que les vibrations des spectres en séries sont bien dues à des champs magnétiques intenses? Il est dans la nature des choses qu'une telle conclusion ne s'impose pas immédiatement. Les vibrations d'un système ne suffisent pas à nous renseigner sur sa constitution. Pour s'imposer, la théorie devra embrasser de façon simple l'ensemble des observations et les rattacher à d'autres domaines; les autres modes d'explication devront apparaître comme infiniment moins économiques pour notre pensée. Pour cela, il importe de les cultiver tous; aussi voudrais-je, en terminant cet exposé, parler de l'un de ces modes, le seul qui, à l'heure qu'il est, mérite sérieusement d'être pris en considération.

On sait que les vibrations des corps élastiques, comme celles des séries spectrales, sont en nombre infini, et que leurs fréquences dépendent de certains nombres entiers qui sont les nombres de lignes nodales (figures de Chladni) ou de surfaces nodales caractérisant chaque vibration. Pour une membrane rectangulaire, on a $\nu^2 = am^2 + bn^2$, a et b étant des constantes, m et n des entiers. Mais, à l'opposé des séries spectrales, lorsque m, n, augmentent indéfiniment, il en est de même de ν. Cela résulte, en dernière analyse, de ce que les forces produisant les vibrations élastiques s'annulent à petite distance. On pouvait se demander si d'autres forces, agissant suivant la loi de Newton ou d'autres lois, ne donneraient pas des formules du type (1), (2) et (3). Cette hypothèse a été envisagée par l'auteur de cet article, et, à sa suite, par MM. Fredholm et Hadamard. Elle trouve son expression mathématique, non dans des équations aux dérivées, mais dans des équations intégrales, et il résulte de ces recherches que la loi du carré des distances, et une infinité d'autres, conduisent bien à une limite des vibrations. Malheureusement, l'analogie semble s'arrêter là. Car, pour obtenir effectivement les formules de l'hydrogène (1) et (2), il faut admettre des lois d'une complication invraisemblable. Les équations intégrales simples de M. Fredholm n'y sauraient conduire. Il ne suffit d'ailleurs pas qu'à une série spectrale on puisse faire correspondre *une* loi d'attraction; il faut que celle-ci ne soit pas trop invraisemblable, et ne dépasse pas de beaucoup en

complication la formule qu'il s'agissait d'expliquer. Le fait que les équations, dans cette hypothèse, contiennent le carré des fréquences, n'est pas de nature à simplifier le problème, et montre plutôt la grande portée de la remarque de lord Rahyleigh dont il a été question plus haut. Pour avoir des exceptions, il faut des constructions compliquées. Enfin si, abandonnant tout préjugé physique, on cherche simplement à satisfaire aux conditions mathématiques du problème, on est conduit à des systèmes dont la vibration fondamentale seule rayonne de façon sensible; le rayonnement des harmoniques supérieurs est sensiblement nul par l'effet des lignes nodales; ils ne seraient pas perceptibles.

Pourtant, toutes ces hypothèses méritent d'être étudiées avec soin, car, si elles ne s'appliquent pas aux lignes sériées, elles peuvent s'appliquer aux autres lignes, sur l'arrangement desquelles nous ne savons rien, ou aux spectres de bandes, dont les lois fondamentales, données, on le sait, par M. Deslandres, présentent avec les lois des systèmes vibratoires connus plusieurs analogies importantes.

En somme, *l'explication de beaucoup la plus simple des séries spectrales de l'hydrogène et d'autres corps consiste à attribuer ces vibrations à l'influence de champs magnétiques intenses, provenant de pôles magnétiques distribués dans l'atome suivant des lois géométriques simples. L'énergie de ces systèmes, il est important de le remarquer, est purement électromagnétique.*

W. Ritz,
Docteur ès sciences.

REVUE ANNUELLE DE CHIMIE PHYSIOLOGIQUE

DEUXIÈME PARTIE : DIGESTION, SANG, ÉCHANGES NUTRITIFS

Dans une première partie [1], nous avons analysé les récents travaux relatifs aux principes immédiats organiques; nous allons maintenant passer en revue ceux qui se rapportent à la digestion, au sang et aux échanges nutritifs.

I. — La digestion.

Les phénomènes chimiques de la digestion, que les travaux de l'École de Pawlow et les progrès de nos connaissances sur les actions diastasiques et sur la structure des protéiques ont, depuis quelques années, replacés au premier plan, ont continué à retenir les efforts d'un nombre si considérable de chercheurs qu'il serait impossible de rendre compte ici des résultats obtenus, même en bornant ceux-ci aux plus intéressants. D'ailleurs, par leur contenu, la plupart de ces travaux appartiennent plutôt à une Revue de Physiologie que de Chimie physiologique. Ils traitent, en effet, du mécanisme de la production physiologique, des sécrétions digestives, de leurs actions synergiques [2], de l'adaptation du travail moteur et du travail chimique dans les divers segments du tube digestif, etc. Ici on se bornera à quelques données proprement chimiques sur l'ensemble de l'opération digestive.

[1] *Rev. gén. des Sc.*, du 15 février 1909, t. XX, p. 128 et suiv.

[2] Sur ce point, voyez notamment le travail de Roger publié par la *Revue* (t. XVIII, p. 455, 1907). Voy. aussi Roger : *Soc. de Biol.*, t. LXIV, p. 16 et 1137, 1907, et Frouin : *Ibib.*, t. LXII, p. 80, 1907.

En ce qui concerne les graisses et les hydrates de carbone, on connaît assez bien les produits auxquels aboutit cette opération. Mais, pour la molécule protéique, dont la structure est si complexe, on se demande encore quels sont les produits représentant le but physiologique de l'action chimique que ces corps subissent au contact des divers sucs digestifs. Voyons quelle est la position actuelle de cette question.

§ 1. — La digestion des protéiques *in vitro*.

On sait que, pour Kühne, la différence essentielle entre l'action du suc gastrique et celle du suc pancréatique consistait en ceci que la première de ces actions ne dépasse pas le stade des peptones, tandis que la seconde va jusqu'aux acides aminés, au moins pour une partie de la molécule. Hoppe-Seyler, au contraire, admettait que la pepsine fait apparaître aussi ces acides, et l'on a vu dans une précédente revue [1] que Zunz, Lawrow et d'autres observateurs ont trouvé plus tard, parmi les produits de la digestion pepsique prolongée, la plupart des acides aminés que fournit la digestion trypsique, en sorte qu'ils avaient fini par ne plus admettre entre l'action *in vitro* de ces deux sucs que des différences d'ordre secondaire. Aujourd'hui, on en revient à l'opinion de Kühne. Abderhalden et ses collaborateurs ont constaté, en effet, que, même après trente-six jours, le suc gastrique pur, recueilli

[1] Voyez la *Revue* du 30 janvier 1905, p. 77.

chez le chien d'après Pawlow, ne donne (avec l'édestine) que des traces d'acides aminés, et notamment de tyrosine[1]. Il est probable que ces acides n'apparaissent en quantités notables que lorsqu'on prolonge l'action pendant très longtemps, ou que l'on emploie des pepsines commerciales ou des extraits de muqueuses stomacales entières, c'est-à-dire lorsqu'on se place dans des conditions qui n'excluent pas la présence de la trypsine ou de l'érepsine.

On sait, en effet, par les recherches de Boldirew[2], avec quelle facilité le suc pancréatique reflue dans l'estomac après ingestion de graisse et vient, par conséquent, imprégner la muqueuse gastrique. D'autre part, la muqueuse pylorique (et non le suc) contient une érepsine[3]. Il n'y a donc rien de surprenant dans ce fait qu'avec des extraits de muqueuses stomacales entières ou des pepsines commerciales, sur la préparation desquelles on n'est pas renseigné, la protéolyse aille plus loin qu'avec le suc gastrique pur. Même des pepsines de bonnes marques peuvent ici induire en erreur. Avec une pepsine de Grübler, la caséine a fourni promptement des acides aminés libres et notamment du tryptophane, ce que l'on n'observe pas avec le suc pur[4]. Toutefois, on continue à admettre que l'hydrolyse pepsique peut aller jusqu'à des polypeptides abiurétiques.

Il y a donc une différence très nette entre l'action protéolytique du suc gastrique et celle du suc pancréatique, confirmée d'ailleurs d'une manière frappante par ce fait qu'aucun des polypeptides de synthèse obtenus jusqu'à présent ne s'est montré accessible à l'action du suc gastrique, tandis que le suc pancréatique[5], au contraire, en dédouble un grand nombre. *In vitro* l'action du suc gastrique apparaît donc comme allant moins loin que celle du suc pancréatique, donc comme étant sans doute préparatoire de celle des diastases intestinales.

[1] Abderhalden et Rostoski : *Zeitschr. f. physiol. Chem.*, t. XLIV, p. 284.

[2] Un exposé d'ensemble de ces recherches se trouve dans *Zentralbl. f. d. ges. Physiol. u. Pathol. d. Stoffwechsels*, N. F., t. III, p. 209, 1908. — Voy. aussi : *Archives de Pflüger*, t. CXXI, n° 1-2, 1907.

[3] Bergmann : *Skand. Arch. f. Physiol.*, t. XVIII, p. 119, 1906. — O. Cohnheim : *Physiol. der Verdauung*, etc. Berlin, 1908, p. 69. — C'est cette érepsine qui, mélangée avec la pepsine contenue dans le suc pylorique, constitue la *pseudopepsine* trouvée par Glässner dans la muqueuse pylorique (Glaessner : *Beitr. z. chem. Physiol. u. Pathol.*, t. I, p. 24 et 105, 1901. — F. Klug : *Arch. de Pflüger*, t. XCII, p. 281, 1902. — Salaskin et K. Kowalevsky : *Zeitschr. f. physiol. Chem.*, t. XXXVIII, p. 571, 1903).

[4] Cité par Abderhalden et Rona : *Ibid.*, t. XLVIII, p. 360, 1906.

[5] Ici encore on saisit des différences très nettes entre le suc pur (activé) et les produits commerciaux préparés avec des extraits de glandes. Ainsi la leucylalanine est dédoublée par la « pancréatine » et résiste au suc (E. Fischer et P. Bergell : *D. chem. G.*, t. XXXVII, p. 3103, 1904).

L'utilité de cette action préparatoire ressort d'ailleurs d'une intéressante expérience d'Abderhalden et Gigon[1]. On met en route en même temps deux digestions d'édestine, l'une avec du suc gastrique, l'autre avec du suc pancréatique activé; puis, après un certain temps (quatre jours), on interrompt la digestion gastrique en neutralisant par du carbonate de sodium et l'on ajoute un volume de suc pancréatique égal à celui qu'on a employé pour la digestion pancréatique. A ce même moment, on met en route une troisième digestion d'édestine avec du suc pancréatique. Après quatre jours, les trois opérations sont interrompues en même temps, et l'on mesure le degré d'avancement de chacune d'elles, en dosant les quantités de tyrosine et d'acide glutamique libérées. On constate ainsi que la plus avancée est celle où le suc pancréatique a agi seul pendant tout le temps, puis vient celle où l'action pancréatique a été précédée du travail pepsique, et en troisième lieu celle où le suc pancréatique a agi seul pendant le même temps que le suc pancréatique succédant au suc gastrique.

Ces deux derniers résultats mettent en évidence l'importance du travail pepsique préparatoire, car ils montrent que, quand l'action pepsique a précédé l'action trypsique, celle-ci est beaucoup plus rapide, sans doute parce que la première crée à la seconde des points d'attaque, dont la mise à nu facilite l'attaque pancréatique. Avec de la viande riche en *tissu conjonctif*, la différence est encore plus frappante; elle s'atténue, au contraire, à mesure que l'on prolonge la durée de ces essais, ce qui signifie que la préparation pepsique du travail digestif n'est pas indispensable au travail pancréatique, mais rend ce travail plus rapide. Là aussi est l'interprétation du résultat de la première des trois expériences en question. Ajoutons, comme le font remarquer les auteurs, que ces expériences n'ont qu'une valeur d'essais préliminaires et qu'il faudrait les étendre à d'autres matières protéiques, dont on mesurerait la digestion d'après d'autres acides aminés. On verra plus loin que la clinique vérifie assez nettement ces résultats *in vitro*.

Mais quels sont les produits de ce travail pepsique préparatoire? *In vitro*, il semble bien que ce sont les albumoses qui dominent, les peptones et autres produits plus avancés (polypeptides, etc.) ne représentant qu'une fraction assez faible de l'azote total[2]. Mais *in vivo* les résultats sont très différents, car là interviennent à la fois l'évacuation vers le duodénum des parties liquéfiées du contenu stomacal, et l'absorption par la muqueuse, deux fac-

[1] Abderhalden et Gigon : *Zeitschr. f. physiol. Chem.*, t. LIII, p. 119, 1907.

[2] Voy. la *Revue* du 30 janvier 1905, p. 78.

teurs qui modifient considérablement les conditions du travail chimique.

§ 2. — **La digestion des protéiques *in vivo*.**

1. *La digestion des protéiques dans l'estomac.* — D'après les travaux de Tobler, de Lang et d'autres observateurs, et principalement de E. Zunz[1], à qui l'on doit une très belle série de recherches systématiques sur la digestion gastrique de la viande chez le chien, voici ce que l'on observe chez l'animal.

Quand on sacrifie un chien en pleine digestion d'un repas de viande, et que l'on jette aussitôt une large pince sur le sillon qui sépare si nettement, chez l'animal en train de digérer, la portion pylorique de l'estomac du reste de cet organe, on trouve que la région fundique contient la majeure partie de son azote non coagulable — c'est-à-dire de ses produits digérés — sous la forme d'albumoses, tandis que, dans la région prépylorique, c'est le contraire que l'on observe, les produits non coagulables plus avancés (peptones, polypeptides) l'emportant sur les albumoses (E. Zunz). Bien que les résultats varient d'un animal à l'autre et selon l'état de la viande employée (crue ou cuite, ingérée avec ou sans l'eau de cuisson), citons néanmoins ceux de l'une des expériences de E. Zunz, à savoir la répartition, entre les albumoses et les autres produits (peptones), de 100 parties d'azote non coagulable pour 100 grammes de viande ingérée et après deux heures de digestion.

Région fundique : albumoses, 76,8 ; peptones, etc., 23,2 °/₀. — *Région pylorique* : albumoses, 33,4 ; peptones, etc., 66,6. — *Première portion du duodénum* : albumoses, 17,3 ; peptones, etc., 82,7 °/₀.

Si, d'autre part, on se reporte à ce qui a été dit dans une précédente revue[2] sur la répartition des aliments entre les régions fundique et pylorique, on doit conclure que, dans la première, s'opère l'imprégnation progressive de la masse par le suc gastrique, suivie d'une digestion aboutissant à fournir surtout des albumoses, et que, par portions successives, la masse ainsi préparée passe dans l'entonnoir prépylorique où la liquéfaction devient plus complète et où l'hydrolyse aboutit principalement aux peptones. Ajoutons ici que l'on ne trouve jamais dans le contenu stomacal que des traces d'acides aminés, lesquelles peuvent très bien provenir d'un reflux du contenu intestinal[3].

L'observation de chiens munis d'une fistule duodénale très près du pylore confirme ces résultats, à savoir que ce sont les peptones qui l'emportent, parmi les produits non coagulables, dans les jets liquides auxquels le pylore donne passage pendant la digestion gastrique, mais à cette condition, cependant, que l'on injecte de temps en temps dans le duodénum, au delà de la fistule, les produits d'une digestion antérieure[4]. Sans cette précaution, les réflexes normaux ne sont pas conservés, le pylore s'ouvre plus souvent, en sorte que, le chyme séjournant moins longtemps dans l'antre pylorique, les albumoses y dominent et non les peptones[2].

Voilà donc quelle est la marche générale du phénomène, mais bien des questions restent à résoudre encore, questions physiologiques relatives à la grandeur de l'absorption digestive dans l'estomac[3], au rendement total du travail de la protéolyse gastrique[4], et questions chimiques relatives à la composition exacte de ce que l'estomac absorbe et de ce qu'il transmet au duodénum. Bornons-nous à examiner ces questions chimiques. On ne sait absolument rien sur la première : on n'aperçoit même pas comment elle pourrait être abordée expérimentalement, l'absorption marchant sans doute parallèlement à la protéolyse. La seconde est un problème de Chimie, dont la solution se dégagera à mesure que se perfectionneront nos méthodes de séparation des polypeptides d'ordres divers dont le mélange constitue les produits de la digestion, albumoses, peptones, etc. Alors on connaîtra vraiment le sens du travail pepsique, la nature des fragments que ce travail détache de la molécule protéique, et les points d'attaque qu'il crée ainsi au travail trypsique.

Quoi qu'il en soit, l'importance de la digestion stomacale apparaît plus grande qu'on ne l'avait admis, dans ces dernières années, sous l'influence des observations faites en clinique et au labora-

[1] E. Zunz : *Mém. de l'Acad. roy. de Belgique*, t. XIX, fasc. III, 1905, et fasc. 7, 1907. Le lecteur trouvera là la bibliographie et une mise au point très bien faite de toute la question.

[2] Voy. la *Revue* du 15 avril 1906, p. 335.

[3] Abderhalden, Kautsch et London : *Zeitschr. f. physiol. Chem.*, t. XLVIII, p, 549, 1908. — Auderhalden, Baumann et London : *Ibid.*, t. LI, p. 384, 1907.

[4] Voy. la *Revue* du 15 avril 1906, p. 336, note 1.

[2] Zunz (*Mém. de l'Acad. roy. de Belgique*, t. XIX, fasc. 7, 1907) confirme très nettement sur ce point les résultats de Tobler.

[3] Cette absorption, niée par London et ses collaborateurs (Cf. London et Polowzowa : *Ibid.*, t. XLIX, p. 328, 1906. — London et Sulima : *Ibid.*, t. XLVI, p. 209, 1905), semble bien établie pour les travaux de Tobler (voy. la *Revue* du 15 avril 1906, p. 335), de Lang (*Biochem. Zeitschr.*, t. II, p. 225, 1906) et de Zunz (*Mém. de l'Acad. roy. de Belgique*, t. XIX, fasc. 7). — Voy. pour la critique des résultats de London : Salaskin : *Zeitschr. f. physiol. Chem.*, t. LI, p. 167, 1907. — Cette absorption a été dans les expériences de Tobler de 20 à 30 °/₀, dans celles de Zunz de 8 à 15 °/₀ de l'azote ingéré.

[4] Donnons ici les résultats de Zunz dans l'expérience citée plus haut sur la répartition de l'azote dans le contenu fundique et pylorique. Sur 100 parties d'azote retrouvées dans la région fundique, 41,3 étaient encore coagulables et 58,7 ne l'étaient plus (albumoses, peptones, etc.) après deux heures de digestion. Chez un autre animal, trois heures après l'ingestion de 100 grammes de viande, l'azote coagulable ne représentait plus que 23 °/₀ de l'azote total retrouvé.

toire sur la digestion après ablation de l'estomac, ou chez des malades avec sécrétion gastrique presque annulée. Sans doute, la suppléance exercée par l'intestin est assez puissante pour que ces sujets arrivent à maintenir leur poids; mais, sitôt que, chez des malades atteints d'affection gastrique, on hausse l'apport d'albumine au-dessus des quantités moyennes[1], on assiste à une utilisation digestive de moins en moins bonne et qui met en lumière l'importance de la digestion gastrique.

2. *La digestion des protéiques dans l'intestin.* — Les divers protéiques alimentaires introduits dans l'organisme par une autre voie que la voie digestive (voie *parentérale*) se comportent comme des corps étrangers, c'est-à-dire que l'organisme les élimine au moins en partie en nature, et qu'il répond à leur introduction par la production de précipitines. Lorsqu'ils pénètrent par la voie digestive, ils sont, au contraire, transformés en protéiques propres à l'espèce considérée. Or, on a vu, dans une précédente revue[2], que ce que l'on sait sur la structure des protéiques montre clairement qu'une telle transformation n'est possible qu'au prix d'une démolition assez profonde, suivie d'une reconstruction convenable. C'est évidemment l'intestin qui, avec ses diastases si puissantes, trypsine, érepsine, est chargé de ce travail. Mais jusqu'où va, en réalité, cette démolition ?

Voyons d'abord ce qu'apprend l'examen du contenu intestinal. On a fait cette étude en sacrifiant des animaux en pleine digestion, et plus récemment par le système des fistules en étage de London[3], c'est-à-dire en établissant sur une série de chiens des fistules placées à divers niveaux du tube gastro-intestinal.

On constate ainsi que la réaction du biuret subsiste depuis le pylore jusqu'au cæcum[4] (ce qui indique la présence d'albumoses ou de peptones) et que les produits cristallisables que voici peuvent être saisis : [*leucine*, *glycocolle*, *acides glutamique* et *aspartique*, *alanine*, *proline*, *lysine* et *arginine*[5]. De plus, il semble bien que l'ordre d'apparition de ces produits est sensiblement celui que l'on observe dans la digestion pancréatique *in vitro*. On sait que là toute la tyrosine et tout le tryptophane, par exemple, contenus dans la molécule, se rencontrent déjà à l'état libre dans le liquide, à un moment où la presque totalité de l'acide glutamique est encore engagée dans des combinaisons complexes. Pareillement, *in vivo*, dans le duodénum et dans le jéjunum, on ne trouve plus de tyrosine combinée, tandis que presque tout l'acide glutamique est encore à cet état, cet acide n'étant libéré que beaucoup plus bas[1]. On dirait donc que l'on assiste à une démolition progressive de la molécule, consistant en un départ successif d'acides aminés divers et dans la production de fragments de plus en plus simples, qui subissent ensuite, dans le segment intestinal suivant, une nouvelle dégradation, les produits plus simplifiés étant absorbés avant les autres. De fait, des essais pratiqués avec du glycocolle, de la *dl*-leucine, de la *d*-alanine, montrent qu'après ingestion ces composés, qui ne sont pas absorbés par l'estomac, disparaissent, au contraire, rapidement dans l'intestin[2]. Mais ces résultats ne démontrent nullement que *in vivo* la dégradation va jusqu'aux acides aminés pour toute la molécule, et, dans une étude récente, Nolf[3] vient de montrer que des raisons physiologiques très sérieuses peuvent être produites en faveur d'une absorption sous la forme d'albumoses et de peptones.

L'analyse du chyme ne fournissant donc pas de réponse précise à la question posée, on s'est tourné du côté de l'analyse du sang, c'est-à-dire que l'on a essayé de saisir les produits de la digestion de l'autre côté de la paroi absorbante[4].

Mais ici aussi on n'est arrivé à aucun résultat décisif. La discussion s'est surtout poursuivie autour du problème de la présence des albumoses

[1] D. von Tabora : *Zeitschr. f. klin. Med.*, t. LIII, p. 460, 1904. — Voy. aussi Falta : *Biochem. Centralbl.*, t. VII, p. 391, 1908.

[2] Voyez la *Revue* du 15 avril 1906, p. 336.

[3] Voy. une série de Mémoires publiés par Abderhalden et London et leurs collaborateurs dans *Zeitschr. f. physiol. Chem.*, en 1906, 1907 et 1908.

[4] Abderhalden, Baumann et London : *Zeitschr. f. physiol. Chem.*, t. LI, p. 389, 1907.

[5] London : *Ibid.*, t. XLVII, p. 368, 1906. — Abderhalden, K. von Koróssy et London : *Ibid.*, t. LIII, p. 148, 1907.

[1] Abderhalden, London et Oppler : *Zeitschr. f. physiol. Chem.*, t. LV, p. 447, 1908.

[2] Abderhalden, Prym et London : *Ibid.*, t. LIII, p. 326, 1907.

[3] Nolf : *Journ. de Physiol. et de Pathol. gén.*, t. IX, p. 925, 1907.

[4] *A priori*, on pouvait affirmer, étant donné le degré de précision de nos méthodes actuelles de dosage, que dans cette direction on n'arriverait pas davantage à des résultats décisifs. C'est que la marche de la digestion intestinale des albumines place ici l'observateur dans des conditions bien moins favorables que lorsqu'il s'agit d'étudier la résorption des hydrates de carbone. Après ingestion de grandes quantités de sucre, l'absorption est si rapide que l'on saisit aisément un accroissement sensible dans la richesse en sucre du sang veineux de l'intestin, vis-à-vis de la teneur, si faible en valeur absolue, de celle du sang artériel. Si, par minute, dit C. von Noorden, il passe de 1 à 2 litres de sang par l'intestin de l'homme en état de digestion, donc environ 100 litres par heure, un tel volume de sang peut aisément emmener pendant ce temps 50 grammes de sucre, mais guère plus de 10 à 15 grammes d'albumine (ou produits d'hydrolyse de celle-ci) avec 2 grammes d'azote environ. Cela fait pour 100 de sang un surcroît de 0,05 de glucose, qui devient aussitôt sensible à nos méthodes, la teneur du sang artériel n'étant que de 0,1 °/o. Mais, pour l'albumine, le surcroît d'azote jeté par la digestion dans le sang pendant ce même temps n'est que de 0,002 °/o d'azote. Or, c'est là une quantité infime et nécessairement comme perdue dans un liquide qui contient déjà 3 °/o d'azote albumineux et 0,020 à 0,030 °/o d'azote non albumineux (C. von Noorden : *Handb. d. Pathol. des Stoffwechsels*, 2e éd., Berlin, 1906, t. I, p. 70).

dans le sang, disons d'une façon plus précise : la présence de substances biurétiques dans le sang débarrassé de toute albumine coagulable. La technique de cette coagulation préalable a donc une importance décisive, puisque la moindre trace d'albumine échappée à la coagulation en impose dans le filtrat pour des albumoses[1]. Les résultats ont été très variables. Les uns, comme Abderhalden et ses collaborateurs, confirmant en cela d'anciennes recherches de Neumeister, nient la présence d'albumoses dans le sang; d'autres, comme Embden et Knoop, Langstein, Krauss, Tœpfer, Freund, se ralliant aux conclusions de Schmidt-Mülheim et de Hofmeister, admettent que le sang contient de tels corps[2]. Ces contradictions s'expliquent en partie par la différence des techniques employées, en partie aussi peut-être par ce fait qu'on a employé indifféremment le sang total et le plasma (ou le sérum), alors qu'il faut sans doute ne pas considérer ces deux points de départ comme identiques. Il semble bien, en effet, que le sang total peut donner des réactions d'albumoses, alors que le plasma n'en donne pas, mais on doit se demander si ces réactions ne sont pas dues, dans ce cas, à un reste de globine provenant de l'hémoglobine[3]. Il se peut aussi qu'on ne trouve les albumoses que dans le sang total, parce que ces corps seraient fixés par la nucléohistone des éléments figurés, combinaison dont la possibilité est établie par de récentes recherches d'Ignaki[4].

Quoi qu'il en soit, on voit que rien de précis ne ressort de ces recherches, et, comme Hohlweg et Meyer sont venus affirmer récemment qu'on ne saisit aucune relation entre l'azote non coagulable et précipitable par le tanin (albumose) que contient le sang, et la digestion (voy. plus loin à propos du sang), on ne peut tirer de tout cet ensemble de recherches aucun argument décisif pour ou contre une absorption des protéiques à l'état d'albumoses.

Quant à la recherche des acides aminés dans le sang au moment de la digestion, elle n'a pas fourni de résultats positifs[5], bien qu'il soit démontré que ces corps (la *d*-alanine), introduits dans l'estomac ou dans la circulation, se retrouvent aisément dans le sang[1].

Ces procédés d'investigation *directe* n'ont donc conduit à aucun résultat décisif. Voici, d'autre part, ce qu'apportent les preuves *indirectes*. *In vitro*, les diastases digestives, pepsine, trypsine, érepsine, sont en mesure de scinder rapidement la molécule protéique en un mélange abiurétique d'acides aminés et où des corps plus compliqués, tels que des polypeptides, ont pratiquement disparu en totalité. Or, avec de tels mélanges, on a réussi à maintenir des animaux en équilibre azoté et même à leur procurer des gains d'azote.

La *Revue* a déjà rendu compte de diverses expériences faites dans cette direction[2]. Elles ont été continuées avec le souci de répondre à cette objection[3] que les produits ingérés, bien qu'abiurétiques, pouvaient contenir encore des polypeptides d'ordre suffisamment élevé, et en quantité assez forte pour parer, concurremment ou non avec les acides aminés, aux besoins de l'organisme. Il faut donc s'assurer que, dans le liquide digestif employé comme aliment azoté, on trouve autant d'acides aminés libres qu'on en obtient en remplaçant l'hydrolyse digestive par l'hydrolyse acide poussée à fond[4]. C'est là une opération très laborieuse, exigeant de quatre à six semaines de travail. Il est donc intéressant de signaler la méthode au formol[5] étudiée récemment par Sörensen et qui permettrait de mesurer très commodément le degré d'hydrolyse auquel on est arrivé[6]. Voici

[1] On paraît s'être rallié en général à la méthode recommandée par Hofmeister et pratiquée par Morawitz et Dietschy et qui consiste à se servir du phosphate monopotassique en présence de l'acide acétique étendu et de sels divers ($NaCl$, SO^4Zn), et en opérant à chaud. Voy. sur ce point : Hohlweg et Meyer : *Beitr. z. chem. Physiol. u. Pathol.*, t. IX, p. 386, 1908. On s'est servi aussi dans ces derniers de la coagulation à l'aide des colloïdes (solution colloïdale de mastic), étudiée par Michaelis et Rona (*Biochem. Zeitschr.*, t. II, p. 219, 1906, et t. III, p. 109, 1907) et employée par Abderhalden, Funk et London (*Zeitschr. f. physiol. Ch.*, t. LI, p. 285, 1907) pour l'étude du problème qui nous occupe.

[2] Pour cette bibliographie, voir : Hohlweg et Meyer : *loc. cit.*

[3] Morawitz et Dietschy : *Arch. f. exp. Pathol.*, t. LIV, 1905.

[4] Ignaki : *Zeitschr. f. physiol. Ch.*, t. L, p. 449, 1907.

[5] Abderhalden : *Zeitschr. f. physiol. Chem.*, t. XLIV, p. 17, 1905. — Abderhalden, Funk et London : *Ibid.*, t. LI, p. 269, 1907.

[1] Abderhalden, Gigon et London : *Zeitschr. f. physiol. Chem.*, t. LIII, 113, 1907.

[2] Voir la *Revue* du 15 avril 1906, p. 366.

[3] C'est de cette objection que sont passibles les expériences, d'ailleurs si soignées, de Henriques et Hansen.

[4] Voy. Abderhalden et Rona : *Zeitschr. f. physiol. Chem.*, t. LII, p. 508.

[5] Cette méthode est basée sur la réaction suivante de H. Schiff. Les acides aminés, qui sont en général neutres, deviennent nettement acides et peuvent être titrés à la phénolphtaléine, après que leur groupe aminé a été « bloqué » par fixation de formol d'après la réaction suivante :

$$\underset{\text{Alanine.}}{\begin{array}{l} CH^3 \\ | \\ CH.AzH^2 \\ | \\ COOH \end{array}} + HCOH = \begin{array}{l} CH^3 \\ | \\ CH.Az:CH^2 \\ | \\ COOH \end{array} + H^2O.$$

Si l'on admet qu'à chaque carboxyle correspond un groupe AzH^2, on peut donc non seulement suivre les progrès de l'hydrolyse par simple acidimétrie, mais encore l'exprimer par des poids d'azote et en centièmes de l'azote total. A l'aide de cette méthode, Henriques a montré que, même après trente jours d'une digestion trypsique, on peut encore trouver une proportion d'acides aminés non libérés représentée par 14 % de l'azote total (Sörensen : *Biochem. Zeitschr.*, t. VII, p. 45, 1907. — Sörensen et H. Jessen-Hansen : *Ibid.*, t. VII, p. 407, 1907).

[6] Henriques : *Zeitschr. f. physiol. Chem.*, t. LIV, p. 406, 1907.

maintenant le plus démonstratif de divers essais de nutrition faits par Abderhalden et ses collaborateurs[1]. Les auteurs sont partis non d'une matière albuminoïde *unique*, qui constitue peut-être un aliment azoté insuffisant, mais de la viande, dont on sait qu'elle suffit à l'entretien du chien. Cette viande a été abandonnée à l'autolyse antiseptique (toluène) à 37° pendant quinze jours, puis à l'action du suc pancréatique, avec addition, après quatre semaines, de suc intestinal, la durée totale de l'hydrolyse étant de trois mois; puis, sur une portion du liquide ainsi obtenu, on s'est assuré que la dégradation jusqu'aux acides aminés était pratiquement complète. L'animal choisi était de grande taille, et âgé de trois mois, et sa nourriture comprenait le produit d'hydrolyse en question, de l'amidon et du glucose bien purs et de la graisse de porc. Il passa en vingt jours de 9.600 à 9.910 grammes avec des gains d'azote quotidiens et un état de santé manifestement très bon.

Nous citerons aussi la dernière expérience de nutrition faite par Henriques[2] et qui est intéressante, parce que le contrôle de l'hydrolyse a été pratiqué par la méthode de Sörensen, bien supérieure, d'après Henriques, comme sécurité, au laborieux procédé de Abderhalden (voy. plus haut). Des rats ont reçu comme aliment azoté, les uns du pancréas digéré pendant cinq mois à 37°, puis hydrolysé encore pendant six heures au bain-marie en présence d'acide sulfurique à 20 °/₀ et qui ne contenait plus que 0,59 °/₀ de son azote sous la forme d'acide aminé non libéré, les autres de la peptone de Witte traitée de même, d'autres enfin le même produit pancréatique que dans la première expérience, mais avec une hydrolyse acide complémentaire de dix-sept heures au bain-marie, avec de l'acide sulfurique à 25 °/₀. Ces rations étaient complétées par de la graisse, du sucre, de l'amidon, des sels et de la cellulose. Les deux premiers lots ont fait des gains d'azote très nets (pendant des laps de temps allant jusqu'à seize jours), tandis que le troisième a été constamment en état de déficit azoté. Une hydrolyse acide trop prolongée et trop énergique (dix-sept heures avec un acide sulfurique à 25 °/₀) enlève donc aux produits de digestion la propriété d'entretenir l'équilibre azoté. Comme cause possible de cette différence, les auteurs n'ont trouvé que ce fait que cette hydrolyse trop énergique supprime dans le liquide en question la réaction du tryptophane.

Il semble donc bien que l'organisme peut couvrir son besoin d'albumine avec les produits d'une hydrolyse totale des protéiques, et comme, dans l'expérience d'Abderhalden et Rona, il y a eu augmentation de poids, c'est-à-dire formation de tissus nouveaux, beaucoup d'auteurs considèrent aujourd'hui comme démontrée la synthèse des protéiques à partir des acides aminés. Toutefois, Nolf[1] fait valoir que ni l'augmentation de poids, ni la rétention azotée ne sont des raisons suffisantes pour admettre cette synthèse d'albumine, car d'une part on peut produire une augmentation de poids passagère chez des animaux en leur fournissant une nourriture constituée uniquement d'hydrates de carbone et de graisse, et, d'autre part, Lüthje[2] prétend avoir constaté un bilan azoté positif chez des chiens auxquels il ne donnait, avec des graisses et des hydrates de carbone, d'autre aliment azoté que du glycocolle et de l'asparagine, apport azoté dont on ne peut pas vraisemblablement attendre une synthèse d'albumine. Il serait intéressant de voir ces expériences reprises par d'autres chercheurs.

La question posée reste donc encore en suspens. D'ailleurs, même s'il était démontré que, dans l'organisme, la synthèse des albumines est possible à partir des acides aminés, cela ne prouverait pas que la dégradation des protéiques dans le tube digestif descend toujours jusqu'à ce niveau pour toute la molécule. Il se peut que la résorption et la reconstruction ultérieure portent à la fois sur des acides aminés et sur des fragments moins simplifiés, polypeptides, peptones, etc. Mais, quoi que l'avenir nous apprenne sur ce point, la signification de l'hydrolyse digestive paraît bien être fixée : c'est une *démolition* totale ou partielle[3], préparatoire d'une *reconstruction* sous la forme d'une albumine propre à l'espèce considérée. La démolition, nous en saisissons les produits dans l'intestin: albumoses, peptones, polypeptides, acides aminés. Quant à la reconstruction sous la forme d'albumines spécifiques, elle est démontrée par la réaction biologique (voy. plus haut) et par ce fait que la proportion de tels acides aminés (glycocolle, acide glutamique) que l'on trouve dans les tissus des animaux (chat, lapin, poule) est tout à fait indépendante des proportions de ces mêmes acides dans l'alimentation très différente (carnée, végétale) que reçoivent ces animaux[4]. La question se pose

[1] Abderhalden et Rona : *Ibid.*, t. LII, p. 507, 1907. Pour les autres essais, voy. *Ibid.*, t. XLIV, p. 198, 1905, et t. LI, p. 226, 1907.

[2] V. Henriques : *Zeitschr. physiol. Chem.*, t. LIV, p. 406, 1908.

[1] P. Nolf : *Journ. de Physiol. et de Pathol. gén.*, t. IX, p. 925, 1907.

[2] Lüthje : *Arch. de Pflüger*, t. LXIII, p. 547, 1906.

[3] Peut-être trouvera-t-on un jour que la démolition nécessaire est moins profonde que nous ne le pensons, car il est possible, comme le pense E. Fischer, que les protéiques que nous considérons comme des individus chimiques soient des mélanges de corps plus simples (voy. la première partie de cette revue).

[4] Abderhalden, Gigon et Strauss : *Zeitschr. f. physiol.*

donc de savoir *où se fait cette reconstruction.*

La *Revue*[1] a déjà rendu compte d'une très belle expérience d'Abderhalden et Samuely sur un cheval nourri de gliadine. Bien que ce protéique contienne 37 °/₀ d'acide glutamique, ceux du sérum de l'animal n'en continuent pas moins à maintenir leur teneur habituelle de 7 à 8 °/₀. La reconstruction du protéique ingéré a donc eu lieu dans la paroi digestive ou dans le foie. Or, il ne paraît pas que le foie intervienne ici, car chez trois chiens munis d'une fistule d'Eck et nourris, l'un de viande, l'autre de gliadine et le troisième d'ovalbumine — aliments qui contiennent respectivement 10,5, 36 à 37 et 8 à 9 °/₀ d'acide glutamique — le plasma n'a présenté aucune différence, quant à la teneur de ses protéiques en acide glutamique; de plus, le sang ne donnait aucune réaction de précipitine révélant l'absorption de ces protéiques en nature et il ne contenait ni albumoses, ni acides aminés (Abderhalden, Funk et London). De plus, un chien à fistule d'Eck put être maintenu pendant huit jours en état d'équilibre azoté et sans variation de poids, tout en ne recevant comme aliment azoté que de la viande ayant subi une hydrolyse digestive poussée à fond (Abderhalden et London[2]). Ces animaux se sont donc comportés comme les animaux normaux.

On est donc conduit, au moins provisoirement, à placer la reconstruction en question dans la paroi digestive. La fonction de cette paroi serait donc bien plus haute que celle d'une simple surface absorbante, et peut-être faut-il chercher là l'explication du retentissement profond des affections chroniques du tube digestif sur l'ensemble des fonctions organiques.

Les *phénomènes post-digestifs*, c'est-à-dire la formation des excréments, le travail chimique lié à la pullulation des bactéries dans le gros intestin, etc., ont fait l'objet d'un grand nombre de recherches. La production des corps du groupe de l'indol, celle des phénols, de l'urobiline, les destinées ultérieures de ces corps, et spécialement leur excrétion par l'urine et leur signification physiologique et clinique, ont été soumises à une nouvelle enquête. Déjà le travail de Maillard sur les couleurs urinaires indoxyliques, dont la *Revue*[3] a rendu compte alors, avait renouvelé l'intérêt de ces recherches sur les produits de la putréfaction intestinale. Celles de Porcher et Hervieux[1], de Hervieux[2] sur le scatol et l'indol, de Labbé et Vitry[3] sur les sulfo-éthers, de Lesieur, Monod et Morel, de Brissaud et Bauer, de Gautier et Russo[4] sur l'urobiline, sont, dans des directions diverses, des manifestations de l'attention qu'éveille à nouveau la physiologie de ces corps. On reviendra sur ces questions dans une prochaine revue. Bornons nous à noter ici que la théorie naguère édifiée par Baumann et d'autres, touchant les rapports de l'indoxyle et des sulfo-éthers urinaires avec les putréfactions intestinales, devient, du moins par son côté clinique, de plus en plus chancelante.

II. — Le sang.

§ 1. — Les matières réductrices du sang.

On n'en considérera que deux ici : l'acide glycuronique et le glycose.

L'acide glycuronique a été trouvé dans le sang par P. Mayer, mais les formes qu'il prend dans cette humeur, ses variations qualitatives, les conditions de sa destruction, etc., ont été étudiées par Lépine et Boulud dans une série de patientes et difficiles recherches[5]. Peu de problèmes de Chimie biologique sont d'une technique aussi délicate que celle des corps réducteurs du sang, et portent sur des matériaux aussi fuyants. Il s'agit, en effet, de quantités très petites, de corps très voisins, glycose et acide glycuronique (et sans doute d'autres encore), et dont les réactions se confondent en partie. D'autre part, tous deux sont détruits par le phénomène de la glycolyse *in vitro*, contre lequel il faut donc se garder sans cesse ou dont il faut tenir compte.

Bornons-nous à noter ici que, d'après Lépine et Boulud, le sang contient deux formes de combinaisons glycuroniques, les unes réduisant immédiatement la liqueur de Fehling, les autres ne réduisant qu'après chauffage à une température supérieure à 100° et en présence d'un acide, et que ces corps sont presque entièrement localisés dans les globules. Pour les quantités et les variations de l'acide glycuronique dans le sang sous diverses influences, nous sommes obligés de renvoyer le lecteur aux Mémoires originaux, d'abord parce que ces résultats ne permettent pas encore d'énoncer une doctrine

Chem., t. LI, p. 311, 1907. — Rappelons encore cette autre preuve que le gluten du froment et la zéine du maïs, tous deux des aliments très importants de l'homme, sont dépourvus de lysine, acide aminé que l'on trouve, au contraire, d'une manière constante dans les protéiques des tissus (Kossel et Kutscher).

[1] Voy. la *Revue* du 30 avril 1906, p. 376.

[2] Abderhalden, Funk et London : *Zeitschr. f. physiol. Chem.*, t. LI, p. 269, 1907. — Abderhalden et London : *Ibid.*, t. LIV, p. 80, 1907.

[3] Voy. la *Revue* du 15 octobre 1904, p. 911.

[1] Voy. la *Revue* du 15 décembre 1905, p. 1021.

[2] Hervieux : *Recherches biochimiques sur l'indol et l'acide glycuronique* (Thèse de la Fac. des Sciences de Paris, 1908).

[3] Labbé et Vitry : *Les sulfo-éthers urinaires* (n° 53 de l'Œuvre médico-chirurgical, Paris, 1908).

[4] Voy. les *Comptes rendus de la Société de Biologie*, 1908.

[5] Lépine et Boulud : *Journ. de Physiol. et de Pathol. gén.*, t. VII, p. 775, 1905, et t. VIII, p. 581, 1906.

d'ensemble sur les mutations des matières réductrices dans le sang, et ensuite parce que ces résultats doivent être sans doute corrigés, dans une certaine mesure. Lépine et Boulud sont arrivés, en effet, à ce résultat que l'accroissement du pouvoir réducteur du sang sous l'influence de la chaleur en présence d'un acide ne peut pas être dû uniquement à l'hydrolyse de conjugués glycuroniques, ceux-ci étant contenus dans le sang en bien trop petite quantité pour expliquer cet accroissement. Il s'agit en réalité d'un ensemble très complexe de combinaisons, dont la plupart sont de nature glycosidique et que Lépine et Boulud réunissent sous la dénomination de *sucre virtuel*[1]. Le sucre réel, dégagé de ce sucre virtuel, est dextrogyre et fermente avec la levure.

Ce dégagement, au moins partiel, peut avoir lieu chez l'animal vivant avec une très grande rapidité, par exemple pendant le passage du sang à travers le poumon[2]. *In vitro*, on l'observe quand on conserve le sang (à 60° pour empêcher la glycolyse) pendant quelque temps, mieux encore quand on le reçoit dans de l'eau à 59-60°, ou quand on le traite par de l'émulsine ou de l'invertine. Enfin, c'est par un traitement à l'acide fluorhydrique étendu (que Lépine et Boulud emploient maintenant à l'exemple de Hugounenq et Morel) que l'on décèle le plus de sucre virtuel. Au sucre préexistant (sucre A) que l'on dose dans le sérum du sang, caillé avec une solution de sulfate de soude bouillante, et qui s'élève à près de 1 gramme pour 1000 de sang, s'ajoute ainsi 1 gramme ou un peu plus de 1 gramme de sucre virtuel (sucre B), que l'on extrait du caillot à l'aide de l'acide fluorhydrique[3].

Nous ne pouvons que citer ici d'autres recherches de Lépine et Boulud, notamment leurs travaux sur le dosage du sucre dans le plasma, problème intéressant, car c'est le plasma et non le sang total qui va aux tissus[4], sur la glycosurie sans hyperglycémie[5], sur le sucre du sang du ventricule droit et de la carotide (voyez plus haut), etc.

§ 2. — L'« azote restant » du sang.

On a vu que l'on appelle « azote restant » du sang l'ensemble des matériaux azotés qui restent en solution, quand on a éliminé toutes les substances azotées coagulables, et l'on a fait ressortir aussi toute l'importance de la technique de cette coagulation (voy. plus haut à propos de la digestion des protéiques dans l'intestin). La quantité de cet azote restant est très faible : elle a été en moyenne, dans les expériences de Hohlweg et Meyer sur le chien et pour 100 de sérum, de 0 gr. 0525 d'azote à l'état de jeûne et de 0 gr. 0788 pendant la digestion. Et pourtant trois grands problèmes de la physiologie des échanges nutritifs, dont un tout à fait capital, sont liés à l'étude de cette fraction de l'azote du sang.

Il y a d'abord la question de l'absorption digestive des protéiques. Si la reconstruction des protéiques à partir des fragments fournis par l'hydrolyse digestive n'a pas lieu, contrairement à ce que nous avons admis provisoirement, dans la paroi digestive, on doit saisir dans ce reste les fragments en question, albumoses, peptones, polypeptides, acides aminés, et l'on a vu plus haut (p. 178, note 4) pourquoi la petitesse de ce reste n'est nullement incompatible avec cette manière de voir.

En second lieu, ce reste azoté doit renfermer aussi tous les produits intermédiaires des échanges nutritifs azotés. Entre une albumine, telle qu'elle est ingérée, et les déchets azotés, urée, ammoniaque, etc., que fournit finalement cet aliment, s'intercale, en effet, toute une série de produits intermédiaires, qui, formés dans un organe, achèvent leur cycle dans un ou plusieurs autres et doivent être, par suite, transportés à un moment donné par le sang. On touche, en outre, ici à la question du transport de matériaux azotés de construction d'un organe à un autre, tel qu'il est démontré par les classiques observations de Miescher sur le saumon du Rhin, de Pflüger sur le crapaud accoucheur, de von Eecke sur l'accroissement du fœtus aux dépens des protéiques des tissus maternels. Bien d'autres phénomènes du même genre pourraient encore être cités ici, par exemple les opérations de la destruction et de la réfection des globules rouges, lesquelles portent quotidiennement sur des quantités de matériaux azotés beaucoup plus importantes qu'on ne le croirait au premier abord[1]. Comme tous ces transports de matériaux impliquent des démolitions et des reconstructions de molécules azotées, il est clair qu'ils

[1] Lépine et Boulud : *Comptes rendus*, t. CXLIII, p. 50, 1906.

[2] Lépine et Boulud : *Ibid.*, t. CXXXVII, p. 475, 1903. — *Soc. de Biol.*, t. LXIV, p. 31, 1908.

[3] Lépine et Boulud : *C. R.*, t. CLXVII, p. 226, 1908.

[4] Lépine et Boulud : *Comptes rendus*, t. CXLV, p. 742, 1907; t. CXLIII, p. 500 et p. 949, 1906.

[5] Lépine et Boulud : *Soc. de Biol.*, t. LXIV, p. 34, 1908.

[1] Hofmeister a fait, en effet, récemment le calcul suivant : L'observation d'individus à fistule biliaire permet de fixer à 500 — 1.100 centimètres cubes le volume de bile, donc à 0 gr. 2 — 0 gr. 7 le poids de bilirubine éliminée par jour. Si l'on admet une quantité moyenne de 0 gr. 5 par jour et si l'on considère que 1 gramme d'hématine ne peut fournir au maximum que 1 gramme de bilirubine, que 100 grammes d'hémoglobine ne peuvent donner que 4 grammes d'hématine environ, on arrive à cette conclusion que l'excrétion de 0 gr. 5 de bilirubine implique une destruction quotidienne de 90 centimètres cubes de sang. Et notons que l'hématine sert encore sans doute à la production d'autres corps, de l'hématoporphyrine urinaire par exemple (cité d'après Goodmann : *Beitr. z. chem. Physiol. und Pathol.*, t. IX, p. 101, 1907).

doivent retentir sur la composition du reste en question.

Enfin, dans ce reste sont confondus aussi les déchets azotés que le sang est en train de transporter aux émonctoires : urée, ammoniaque, créatinine, etc.

Une connaissance précise de la composition de ce reste serait donc d'un haut intérêt, mais on se heurte ici à des difficultés analytiques considérables. Voici les résultats obtenus récemment par Hohlweg et Meyer[1], au Mémoire desquels nous renvoyons le lecteur pour les données antérieures. Les auteurs ont dissocié l'azote restant en : 1° azote précipitable par le tannin (albumoses, peptones) ; 2° azote non précipitable par le tannin, déduction faite de l'azote de l'urée (acides aminés, etc.) ; 3° azote de l'urée.

100 centimètres cubes de sérum ont donné chez le chien (moyenne) :

	JEUNE (7 jours	DIGESTION
Az restant total	0.0521	0.0788
Az précipitable par le tannin. .	0.007	0.008
Az non précipitable par le tannin (moins Az de l'urée . . .	0.006	0.013
Az de l'urée	0.039	0.052

On voit que la digestion ne modifie pas l'azote des albumoses, etc., qu'elle accroît un peu celui des acides aminés, etc., enfin qu'elle fait monter considérablement (de 50 % environ) celui de l'urée. Si, chez le chien à jeun, on retranche de l'azote restant total l'azote de l'urée, on trouve une différence de 0 gr. 013, qui n'est pas beaucoup plus faible que celle que l'on obtient pour l'animal en digestion (0,026) et qui représenterait donc, pour la majeure partie, l'azote des matériaux en voie de transport d'un organe à l'autre (Voy. plus haut).

§ 3. — L'oxyhémoglobine.

En employant, selon le procédé d'Etard, des tubes de $10\frac{3}{4}$ à 50 centimètres, Vila et Piettre[2] ont observé dans le spectre de l'oxyhémoglobine une bande située dans le rouge à $\lambda = 634$, visible aussi avec des cristaux d'oxyhémoglobine écrasée, mais qui n'apparaît que lorsque le pigment a quitté le globule. Le sang frais en nature ne donne jamais cette bande. En présence de solutions de fluorures à 2 ‰, cette bande se déplace et se fixe à $\lambda = 612$. Cette réaction spectrale du fluor est extrêmement sensible ; elle décèle encore en solution neutre 6/10.000 et en solution très légèrement acide 5/1.000.000 de NaF. A ce propos, les auteurs ont étudié systématiquement l'action d'un certain nombre de sels sur le spectre de l'oxyhémoglobine et ils signalent notamment que les solutions de pigment pur ou les dilutions sanguines ne conservent la bande $\lambda = 634$ que tant que la dose de sel est plus petite ou au plus égale à 1,3 ‰. Au-dessus de cette dose, on n'observe plus que les bandes classiques dans le vert.

A ces résultats, Ville et Derrien[1] opposent que la bande $\lambda = 634$ de la région du rouge n'appartient pas à l'oxyhémoglobine, mais à de petites quantités de méthémoglobine, car toutes les circonstances qui, d'après Vila et Piettre, favorisent l'apparition de cette bande sont connues pour être aussi celles qui hâtent la transformation de l'oxyhémoglobine en méthémoglobine. Ils montrent que, dans des solutions de méthémoglobine préparées à la manière habituelle, le fluorure de sodium fait passer la bande en question de $\lambda = 634$ à $\lambda = 612$, comme l'avaient vu Vila et Piettre, et ils considèrent cette bande[2] $\lambda = 612$ comme caractéristique de la *méthémoglobine fluorée*, dont ils décrivent l'obtention à l'état de cristaux. Enfin ils montrent comment cette réaction peut être appliquée à la recherche des fluorures dans les aliments.

Cette interprétation est combattue par Piettre et Vila, qui maintiennent que la bande $\lambda = 634$ est bien due à l'oxyhémoglobine ; mais, dans cette partie de leur démonstration, ils ne paraissent pas avoir répondu victorieusement aux raisons avancées par Ville et Derrien. Ils considèrent ce pigment comme ayant dans l'hématie une certaine stabilité ; mais, dégagé de son support, ce corps peut subir dans son spectre, sous des influences souvent minimes, des modifications que l'on aurait tort de considérer chaque fois comme caractéristiques de substances nouvelles. Ils estiment notamment que l'existence de la méthémoglobine en tant qu'individu chimique n'est nullement démontrée et ils font valoir des objections très fortes contre la démonstration, fournie par Ville et Derrien de l'existence d'une méthémoglobine fluorée *cristallisée*. Enfin, ils mettent en garde contre une application trop hâtive, à la recherche du fluor, du déplacement de la bande $\lambda = 634$ à $\lambda = 612$ décrit par eux, cette réaction pouvant être diminuée dans sa sensibilité ou même supprimée par des influences accessoires (présence de phosphates, etc.)[3].

[1] Hohlweg et Meyer : *Beitr. z. chem. Physiol. und Pathol.*, t. XI, p. 381, 1908.

[2] Vila et Piettre : *Comptes rendus*, 6 février, 9 mars et 6 avril 1905. — *Bull. Soc. chim.*, (3), t. XXXIII, p. 505 et p. 573, 1905.

[1] Ville et Derrien : *Comptes rendus*, t. CXL, p. 743, 1155 et 1549. — *Bull. Soc. chim.*, (3), t. XXXIII, 854, et t. XXXV, p. 259. — Derrien : *Thèse de méd.*, Montpellier, 1906.

[2] Il serait sans doute injuste d'appeler cette bande la *bande de Menzies*, comme le proposent Ville et Derrien, car Vila et Piettre font valoir, non sans raison, que, si Menzies a aperçu cette bande avec des extraits fluorés d'organes, il n'a pas vu qu'elle provenait de la bande $\lambda = 634$, déplacée sous l'influence du fluorure, ce qui constitue après tout le fait essentiel, pour ce qui regarde la question spectroscopique.

[3] Vila et Piettre : *Comptes rendus*, avril, mai, juin 1905.

Signalons encore un intéressant travail de Piettre et Vila[1] sur l'hématine cristallisée et ses produits de décomposition, et une série de recherches importantes de Küster, de Marchlewski et d'autres sur les acides hématiques et sur l'hémopyrrol, mais dont un exposé d'ensemble est encore difficile à l'heure actuelle.

Je noterai à ce propos une réclamation de priorité de Marchlewski, relative à une indication erronée reproduite par divers traités et qui consiste à attribuer à Hoppe-Seyler et à Nencki le mérite d'avoir signalé les premiers la parenté chimique de la chlorophylle et du pigment sanguin. D'après Marchlewski, ce rapprochement aurait été fait pour la première fois par Schunk sen. et par lui-même[2]. Il est, en réalité, beaucoup plus ancien, car la première démonstration de cette parenté date des recherches de A. Gautier[3] sur la chlorophylle, publiées en 1879.

III. — Questions relatives aux échanges nutritifs.

§ 1. — La dégradation des acides gras dans l'organisme et la théorie de la « β-oxydation ».

On est encore très mal renseigné sur la manière dont l'organisme s'y prend pour simplifier ces longues chaînes carbonées des acides stéarique, palmitique et oléique, dont nos tissus détruisent chaque jour des quantités si importantes (de 50 à 100 grammes et souvent davantage). Il n'est pas vraisemblable que cette combustion soit d'emblée totale, sans production transitoire de termes intermédiaires. La présence, dans le beurre, des glycérides de tous les acides gras *pairs*, c'est-à-dire à nombre pair d'atomes de carbone, depuis C^{18} jusqu'à C^4 et même C^2, est au moins un indice que cette simplification pourrait avoir lieu par étapes successives.

S'il en est vraiment ainsi, il se trouve que, lorsque ces déchets sont descendus à un certain niveau, mettons celui des acides gras en C^6, le problème de leur destinée se confond ou tout au moins se trouve associé à celui de la dégradation des acides aminés, c'est-à-dire des protéiques. On sait, en effet, que, par « désamination », les organismes font de ces acides des acides « oxygras »[1] ou bien, si la désamination se fait par réduction, des acides gras. Ne voit-on pas la putréfaction transformer, par exemple, l'alanine, la phénylalanine et le tryptophane respectivement en acides propionique, phénylpropionique et indolpropionique, ou encore, quand il y a en même temps amputation d'un chaînon, ne voit-on pas de la phénylalanine, de la tyrosine et de l'indol sortir respectivement les acides phénylacétique, oxyphénylacétique et indolacétique? Que l'on n'objecte pas que ce sont là des exemples tirés tous de la chimie de la putréfaction; il est, en effet, démontré par A. Gautier[2] que les procès essentiels du travail anaérobie des microbes se produisent aussi au sein des tissus.

Le problème de la simplification des acides gras intéresse donc à la fois la physiologie des graisses et celle des protéiques. Que sait-on sur ce procès?

Ce problème n'a pas pu être abordé directement, car aussi bien les acides gras élevés qui figurent dans nos graisses alimentaires que les acides plus simples ajoutés à la ration, acétates, propionates, butyrates, etc., disparaissent dans l'organisme sans laisser de traces. Il faut, pour saisir quelque chose du mécanisme de cette opération, rendre plus difficile la combustion de ces corps en les prenant accolés à des complexes aromatiques qui ralentissent leur oxydation. Tel a été le point de départ du travail bien connu de Knoop[3], qui a conduit cet auteur à sa théorie dite de la β-oxydation.

Knoop a trouvé que les acides aromatiques dont la chaîne latérale grasse (normale) présente un nombre pair d'atomes de carbone sont éliminés à l'état d'acide phénylacétique, tandis que, lorsque cette chaîne est formée d'un nombre impair de maillons, l'acide est éliminé à l'état d'acide benzoïque[4]. Knoop explique ce résultat de la manière suivante : si l'acide phénylvalérique, par exemple, qui est à chaîne latérale *impaire*, passe dans l'urine à l'état d'acide benzoïque, cela tient à ce fait que l'oxydation s'attaque toujours au chaînon β et produit, par la rupture entre α et β, l'amputation de *deux* chaînons. Le nouvel acide formé, qui sera l'acide phénylpropionique, est encore attaqué en β, et l'amputation de deux nouveaux chaînons laisse enfin l'acide benzoïque :

— *Bull. Soc. chim.* (3), t. XXXIII, 917, 1905, et t. XXXV, p. 685, 1906.

[1] Piettre et Vila : *Ibid.*, t. CXLI, p. 1041, 1906.

[2] Cf. L. Marchlewski : *Zeitschr. f. physiol. Chem.*, t. XLIV, p. 423, 1905.

A. Gautier : *C. R.*, t. LXXXIX, p. 861, 1879. — Voici comment s'exprime A. Gautier à la page 863 de ce Mémoire. « Il résulte de mes recherches que la chlorophylle... doit être en réalité rapprochée de la *bilirubine* au point de vue de ses aptitudes, de ses réactions, de sa composition élémentaire ». Et, après avoir donné les preuves de cette analogie, A. Gautier termine ainsi quelques réflexions sur l'intérêt que présente la chlorophylle au point de vue de la Biologie générale : « ... Substance d'une si grande importance pour la physiologie végétale et dont les relations, ci-dessus exposées, avec la bilirubine, et par conséquent avec l'hématine dérivée de la couleur du sang, rendent l'étude intéressante encore ».

[1] Par exemple, ils transforment l'alanine ingérée en acide lactique (Voy. la *Revue* du 15 janvier 1905, p. 24).

[2] Voy. notamment la *Revue* du 15 mars 1905, p. 192.

[3] F. Knoop : *Beitr. z. chem. Physiol. und Pathol.*, t. VI, p. 150, 1905.

[4] En réalité, ces deux acides apparaissent dans l'urine respectivement à l'état d'acides phénacéturique et hippurique à cause de leur copulation avec le glycocolle.

Acide phénylvalérique . . . . . $C^6H^5-CH^2-CH^2-CH^2-CH^2-CO^2H$ (β, α)

Acide phénylpropionique . . . . . $C^6H^5-CH^2-CH^2-CO^2H$ (β, α)

Acide benzoïque . . . $C^6H^5-CO^2H$.

Au contraire, un acide à chaîne latérale *paire*, comme l'acide phénylbutyrique, donnera, par l'attaque en β, l'acide phénylacétique, qui, ne possédant qu'un chaînon α, ne peut pas être attaqué en β et s'élimine par conséquent tel quel :

Acide phénylbutyrique . . $C^6H^5-CH^2-CH^2-CH^2-CO^2H$ (β, α)

Acide phénylacétique. . . $C^6H^5-CH^2-CO^2H$ (α)

C'est cette oxydation en β, aboutissant chaque fois à amputer de *deux* atomes de carbone la chaîne de l'acide, qui explique, dit Knoop, pourquoi, dans l'organisme, qui ne travaille qu'avec des acides gras pairs (ac. stéarique, palmitique, oléique), on ne trouve, dans le lait, par exemple, que les acides gras pairs, et aucun acide impair. On comprend aussi pourquoi l'acide butyrique ingéré se transforme chez le diabétique en acide β-oxybutyrique, substance mère des corps acétoniques de l'urine diabétique : c'est un cas d'oxydation en β, où le premier produit est saisi au passage :

Acide butyrique . . . . $CH^3-CH^2-CH^2-COOH$ (β, α)
Acide β-oxybutyrique . . $CH^3-CHOH-CH^2-COOH$

A l'occasion d'une série de recherches très intéressantes sur la dégradation des acides carbonés dans l'organisme, Friedmann a fait valoir, contre la théorie de Knoop, que l'oxydation physiologique en β est sans analogie en Chimie organique pure; mais l'objection tombe depuis que Dakin[1] a saisi *in vitro* et *in vivo* des produits d'oxydation en β.

Ainsi, l'acide butyrique (normal) lui a fourni, en présence de l'eau oxygénée, l'acide β-oxybutyrique, qui s'est dédoublé en partie en acétone et en acide carbonique, et les homologues supérieurs étudiés, acides caprylique, caprique, laurique, myristique, ont tous donné les cétones correspondantes en vertu de la même réaction, ce qui montre bien que l'oxydation a attaqué la molécule en β. Enfin, chez l'animal, après ingestion d'acide phénylpropionique, il a pu retrouver dans l'urine, non seulement l'acide benzoïque, mais encore l'acide phényl-β-oxypropionique et l'acétophénone, témoins de l'attaque de la molécule en β.

Acide phénylpropionique . . . $C^6H^5-CH^2-CH^2-CO^2H$ (β, α)
Ac. phényl-β-oxypropionique . $C^6H^5-CHOH-CH^2-CO^2H$
Acetophenone . . . . . $C^6H^5-CO-CH^3+CO^2$
Acide benzoïque . . . . . $C^6H^5-CO^2H$

[1] Friedmann : *Beitr. z. chem. Physiol. und Pathol.*, t. XI, p. 152, 1908. — Dakin : *Ibid.*, p. 404. — Knoop : *Ibid.*, p. 411.

Notons que l'oxydation ne paraît pas avoir toujours pour conséquence nécessaire l'amputation de *deux* chaînons, puisqu'à côté de l'acide benzoïque, qui est produit par le départ de *deux* chaînons, nous trouvons ici l'acétophénone, qui résulte du départ d'*un seul* chaînon.

Toutefois, cette amputation de deux chaînons est probablement le procès biologique habituel. En voici une autre preuve. Lorsqu'on fait passer à travers un foie de chien de l'acide butyrique en circulation artificielle avec du sang de bœuf, celui-ci se trouve, à la sortie de l'organe, chargé d'acide acétylacétique et d'acétone, parce que l'acide butyrique, s'oxydant en β, donne la succession des corps suivants :

Acide butyrique . . . . . $CH^3-CH^2-CH^2-COOH$ (β, α)
Acide-β-oxybutyrique. . . . . $CH^3-CHOH-CH^2-COOH$
Acide acétylacétique . . . . . $CH^3-CO-CH^2-COOH$
Acétone . . . . . $CH^3-CO-CH^3+CO^2$

Il suit de là que, si la règle de Knoop quant à l'amputation de *deux* chaînons, consécutive à la β-oxydation, est exacte, les homologues supérieurs de l'acide butyrique à nombre de chaînons *pairs*, comme les acides caproïque, caprylique et caprique (en C^6, C^8 et C^{10}) devront être cétogènes dans l'expérience ci-dessus, tandis que les acides valérique, œnanthique et pélargonique (en C^5, C^7 et C^9 ne devront pas l'être. C'est ce que l'expérience vérifie[1].

§ 2. — De l'origine des corps acétoniques à l'état normal et chez le diabétique.

A la question de la β-oxydation se rattache, par un lien indirect, celle de l'origine des *corps acétoniques*. On entend par corps acétoniques le groupe des trois substances : acide β-oxybutyrique, acide acétylacétique et acétone, dont la présence dans l'urine constitue l'acétonurie physiologique ou pathologique[2] et dont la production par β-oxydation de l'acide butyrique est expliquée ci-dessus.

On a d'abord admis que ces corps sortent uniquement des graisses. Des recherches nombreuses ont établi, en effet, que, chez les diabétiques graves, l'acide butyrique ingéré se transforme en acide β-oxybutyrique. Quant à l'origine de cet acide dans les conditions ordinaires, on se l'expliquait en admettant qu'il sort des acides gras supérieurs, sans doute par dégradations successives; mais, en même temps, on se rendait compte de l'insuffisance de cette explication. De fait, il est établi

[1] Embden et Marx : *Beiträge z. chem. Physiol. und Pathol.*, t. XI, p. 318, 1908.

[2] On sait combien l'une et l'autre peuvent être intenses. Dans l'urine d'un sujet à jeun depuis trois jours, on a trouvé jusqu'à 16 grammes d'acide β-oxybutyrique, et chez des diabétiques au moment du coma, on a assisté en quatre jours à l'élimination de plus de 400 grammes de corps acétoniques (Voy. Lambling : *Nord médical*, 1er décembre 1907).

aujourd'hui que les corps acétoniques peuvent sortir aussi des albumines.

Une telle production peut avoir lieu d'abord par l'intermédiaire de l'acide butyrique normal, qui se trouve en grande quantité parmi les produits de la putréfaction des matières protéiques (A. Gautier et Etard), et sur lequel Neuberg et Rosenberg[1] viennent d'attirer à nouveau l'attention, en montrant en même temps qu'il sort vraisemblablement de l'acide glutamique par désamination et décarboxylation.

La méthode des circulations artificielles, déjà incidemment citée plus haut, a permis de démontrer directement, pour d'autres acides aminés, qu'ils peuvent être des producteurs de corps acétoniques. En effet, la leucine, la tyrosine, la phénylalanine, ajoutés à du sang (de bœuf) traversant un foie de chien, augmentent considérablement la quantité d'acétone[2] que cet organe[3] cède normalement au sang. Ajoutons que, contrairement à ce que Embden avait cru d'abord, et en conformité avec les observations faites sur l'homme diabétique par Baer et Blum[4], cette transformation des acides aminés en acétone passe aussi par le stade acide β-oxybutyrique et acétylacétique (Embden et Engel[5]). On trouve, en effet, dans le sang de l'acide acétylacétique[6], ce qui démontre le passage par l'acide β-oxybutyrique[7].

Tous les corps cétogènes actuellement connus passent donc, au cours de leur dégradation, par le stade butyrique, puis β-oxybutyrique et acétyl-acétique. Or, ces corps sont très abondamment représentés dans l'organisme, puisque ce sont les acides gras à nombre pair d'atomes de carbone et plusieurs acides aminés, leucine, tyrosine, phénylalanine, acide glutamique, lesquels forment une fraction importante de la molécule protéique. La transformation de ces composés en corps acétoniques étant, d'après Embden et ses collaborateurs, une fonction normale du foie, il suit de là que l'acide β-oxybutyrique et l'acide acétylacétique doivent être considérés comme des produits *normaux* de la désassimilation.

Cela posé, on doit se demander où commence la déviation pathologique qui aboutit chez le diabétique à l'acidose, c'est-à-dire à l'encombrement de l'organisme par les acides acétoniques. Notons d'abord que le *siège* de cette déviation paraît être, du moins au premier rang, le foie, car, si l'on fait passer du sang (de bœuf) à travers un foie de chien enlevé à un animal phloriziné ou dépancréaté, c'est-à-dire en état d'acétonurie pathologique, on constate que ce sang, auquel un foie normal cède, pour 1.600 de sang circulant pendant une heure, de 12 à 27 mgr. d'acétone par litre, en reçoit de l'organe malade de 68 à 139 mgr. par litre[1].

Quant à la nature de cette déviation, elle paraît consister dans l'impuissance de l'organisme à détruire l'acide acétylacétique. Le foie normal du chien et du bœuf, mis en purée en présence de cet acide, le fait disparaître rapidement en le transformant en corps qui ne fournissent plus d'acétone par distillation. L'acétone ajoutée est détruite aussi, mais plus lentement, ce qui est conforme à ce que l'on observe aussi chez l'homme après ingestion de ces deux corps. Le muscle, la rate, le rein, possèdent aussi ce pouvoir destructeur, mais tous ces organes doivent être pris absolument frais. Comme cette destruction n'est pas accentuée par un courant d'air, il s'agit vraisemblablement non d'une oxydation, mais sans doute d'un dédoublement, peut-être en acide acétique.

§ 3. — Les produits de l'uricolyse.

On a montré, dans une précédente revue, que l'acide urique recueilli à la sortie de l'organisme est la différence entre la quantité d'acide formée à partir des bases nucléiques et la quantité détruite par une diastase uricolytique. A quels corps aboutit cette destruction? Wiechowski a répondu récemment à cette question en montrant : 1° que de l'acide urique passant en circulation artificielle à travers des foies de chien ou de bœuf disparaît entièrement et est transformé en allantoïne; 2° que l'allantoïne est un produit normal de la désassimilation et un constituant constant de l'urine du chien et du lapin (jusqu'à 0 gr. 28 en vingt-quatre heures), même pendant le jeûne; 3° que l'acide urique, injecté sous la peau du chien, passe dans l'urine en partie en nature (1/5), et pour le reste à l'état d'allantoïne[2].

E. Lambling,
Professeur à l'Université de Lille.

---

[1] A. Gautier et Etard : Article *Putréfaction* du 1er suppl. du Dictionnaire de Wurtz, p. 1320. — Neuberg et Rosenberg : *Biochem. Zeitschr.*, t. VII, p. 178, 1908.

[2] Embden et Kalberlah : *Beitr. z. chem. Physiol. u. Pathol.*, t. VIII, p. 120, 1906. — Embden et Lattes : *Ibid.*, t. XI, p. 329, 1908.

[3] Le poumon, le rein et le muscle ne cèdent pas d'acétone au sang qui les traverse (Embden et Kalberlah, *loc. cit.*).

[4] Ces auteurs avaient, en effet, observé qu'après ingestion de leucine, de tyrosine, etc., par des diabétiques, la quantité d'acide β-oxybutyrique augmente dans l'urine (*Arch. f. exp. Path. u. Pharm.*, t. LI, p. 108, 1906).

[5] Embden et Engel : *Beitr. z. chem. Physiol. u. Pathol.*, t. XI, p. 323, 1908.

[6] Cet acide a été dosé à côté de l'acétone par le nouveau procédé de Emden et Schliep (*Zentralbl. f. d. ges. Physiol. u. Pathol. d. Stoffwechsels*, N. F., t. II, p. 7, 1907).

[7] Le mécanisme du passage des acides aminés à l'acide butyrique, puis β-oxybutyrique, etc., a été étudié par Embden, Salomon et Schmied (*Beitr. z. chem. Physiol. u. Pathol.*, t. VII, p. 147, 1906) et par Emden et Marx (*Ibid.*, t. XI, p. 318, 1908).

[1] Embden et Lattes : *Ibid.*, t. XI, p. 327, 1908.

[2] Wiechowski : *Beitr. z. chem. Physiol. u. Pathol.*, t. IX, p. 295, 1907, et t. XI, p. 109, 1908.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Fabry (E.), *Professeur à l'Université de Montpellier.* — **Traité de Mathématiques générales**, *à l'usage des chimistes, physiciens, ingénieurs et des élèves des Facultés des Sciences, avec une Préface de* M. G. Darboux, *Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences.* — 1 *vol. in*-8° *de* 440 *pages.* (*Prix* : 9 *fr.*) *Hermann, éditeur. Paris*, 1909.

Le livre de M. Fabry s'adresse principalement, comme l'indique M. Darboux dans son intéressante Préface, aux étudiants de nos Facultés des Sciences, qui se destinent plus particulièrement aux sciences expérimentales, et qui ont besoin de notions de Mathématiques supérieures. En effet, sans parler de la Physique mathématique, les sciences appliquées, Physique et Mécanique industrielles, la Chimie physique, etc., exigent aujourd'hui une sérieuse initiation mathématique; aussi voit-on se multiplier dans nos Facultés les cours de *Mathématiques générales* qui ont pour objet de mettre un étudiant, n'ayant que les connaissances acquises dans notre enseignement moyen, au courant des principes généraux de l'Analyse et de leurs principales applications géométriques et mécaniques. Ces cours ne font pas double emploi avec ceux de Mathématiquess spéciales des Lycées, qui sont particulièrement destinés à la préparation aux grandes Ecoles scientifiques; ils doivent être à la fois plus simples et plus étendus, parce qu'ils s'adressent à des étudiants qui ne sont pas spécialisés dans l'étude des Mathématiques, et qui, néanmoins, doivent acquérir des notions assez élevées. Du reste, on tend aujourd'hui à donner ce caractère à nos cours de Mathématiques spéciales, et, précisément, le livre de M. Fabry s'adapte très bien à cette tendance.

La première partie : *Algèbre*, qui comprend quatorze chapitres, est un cours complet qui sera consulté avec profit dans nos Lycées; l'auteur s'y montre soucieux de la rigueur et y introduit certains modes récents d'exposition : nous citerons, par exemple, l'emploi de la *plus grande* et de la *plus petite limite* dans la théorie des séries; à noter aussi que l'exponentielle est introduite, selon Cauchy, par son développement en série entière et non plus, suivant la tradition, comme limite de $\left(1+\frac{x}{m}\right)^m$ pour m infini : c'était la méthode déjà suivie dans l'ouvrage similaire de M. Vogt.

La seconde partie : *Géométrie analytique* (16 chapitres) contient un résumé très complet des propriétés générales des lignes et des surfaces, y compris la courbure et le théorème de Meusnier. Naturellement, il a fallu être très bref sur les applications particulières : c'est ainsi que l'étude des lignes et des surfaces du second ordre est réduite au strict nécessaire.

La troisième partie : *Analyse* (9 chapitres) contient tout ce qui est essentiel au physicien; ici, sauf le calcul des quadratures et les cas les plus simples d'intégration des équations différentielles, on se trouve en face de notions étrangères au cours de Mathématiques spéciales : intégrales multiples, intégrales curvilignes et de surfaces, équations aux dérivées partielles; ce sont là des sujets fondamentaux au point de vue de la Physique, et M. Fabry y insiste avec raison; citons, par exemple, les chapitres consacrés à la série de Fourier et aux formules de Green et de Stokes.

Enfin, dans une quatrième partie, l'auteur expose très succinctement (6 chapitres) les notions indispensables de Mécanique : Cinématique, Dynamique et Statique, qui lui permettent d'établir les théorèmes fondamentaux de la Dynamique des systèmes matériels.

Cet ouvrage, qui est ainsi très complet sous une forme concise, sera bien accueilli par les étudiants de nos Facultés, et aussi dans les classes de Mathématiques spéciales de nos Lycées.

M. Lelieuvre,
Professeur au Lycée et à l'Ecole des Sciences de Rouen.

Sauvage (Edouard), *Ingénieur en Chef des Mines, Professeur à l'Ecole nationale supérieure des Mines et au Conservatoire national des Arts et Métiers.* — **La Machine locomotive.** — 1 *vol. in*-16 *de* 388 *pages avec* 312 *figures.* (*Prix* : 5 *fr.*) *Ch. Béranger, éditeur. Paris*, 1909.

Le personnel de la Traction des Chemins de fer, auquel l'éminent professeur de l'Ecole des Mines dédie la cinquième édition de cette substantielle étude des locomotives, lui sera reconnaissant, car ce petit livre répond entièrement au programme de l'examen auquel le personnel de la locomotive est soumis par l'arrêté du Ministre des Travaux publics du 3 mai 1892 : cet examen a le double objet de démontrer qu'on peut conduire un train, et qu'on possède une connaissance approfondie des éléments des machines et de leur fonctionnement. Les mécaniciens trouveront dans l'ouvrage de M. Sauvage tout ce qu'ils doivent savoir à cet égard.

Le livre se compose de neuf chapitres : I. Généralités. II. Chaudière. III. Mécanisme. IV. Châssis, suspension, roues. V. Types divers de locomotives. VI. Tenders. VII. Moyens d'arrêt des trains. VIII. Conduite des locomotives. IX. Service dans les dépôts.

Les Compagnies françaises de chemins de fer ont largement distribué le Traité de M. Sauvage à leur personnel, témoignant ainsi de leur haute estime pour l'ouvrage, et de sa réelle utilité pratique; cette nouvelle édition, remaniée pour tenir compte des derniers perfectionnements de la construction, sera encore plus appréciée que les premières. La description de quelques dispositifs surannés a été supprimée, alors que d'importantes additions ont été faites, notamment pour la surchauffe, dont les applications se multiplient en Allemagne; de belles gravures ont été ajoutées et les meilleurs types de l'Est, de l'Ouest, de l'Orléans, des Compagnies anglaises et américaines sont représentés, à des échelles un peu trop petites, sans doute, pour permettre de les apprécier dans tous leurs détails, mais suffisantes pour connaître les ensembles. Signalons enfin quelques pages de conclusion, pleines de philosophie, qui témoignent des grandes et larges idées de l'auteur.

Aimé Witz,
Correspondant de l'Institut,
Doyen de la Faculté libre des Sciences de Lille.

Rausenberger (F.), *ancien Professeur à la Militärtechnische Akademie de Berlin.* — **Théorie des canons à recul sur l'affût.** — 1 *vol. in*-8° *raisin de* 102 *pages avec planches. Bridel et Cie, éditeurs, Lausanne*, 1909.

L'ouvrage de M. F. Rausenberger est une rédaction des conférences faites en 1905 à l'Académie Militaire de Berlin sur la théorie et le calcul des canons à recul sur l'affût. Outre les matières habituellement traitées, l'auteur a fait figurer dans le volume quelques considérations nouvelles relatives aux freins et aux récupérateurs. Etant donnée la date de la rédaction de l'ouvrage, le lecteur ne devra pas s'étonner de n'y voir point traitée la question des canons à lancer, actuellement à l'ordre du jour et qui a déjà fait l'objet de travaux importants (Brevet Deport).

2° Sciences physiques

Matisse (Georges). — **Le principe de la conservation de l'assise et ses applications.** — 1 *broch. in-8° de 65 pages. Hermann, éditeur, Paris*, 1909.

On sait qu'une quantité d'énergie, quelle que soit sa provenance, peut se mettre sous la forme d'un produit de deux facteurs, que l'on désigne souvent sous les noms d'intensité ou tension et de capacité de l'énergie.

Pour éviter toute ambiguïté, l'auteur emploie le mot *assise* à la place de celui de capacité. Ainsi la quantité d'électricité est l'assise de l'énergie électrique, la distance est l'assise de l'énergie mécanique, la masse de matière est l'assise de l'énergie chimique; l'énergie élastique a pour assise le volume et l'énergie thermique l'entropie (dans ce dernier cas, le phénomène doit être réversible).

L'assise obéit à une loi générale de conservation, loi bien connue pour la quantité de matière et la quantité d'électricité, et que M. Matisse étend très simplement au volume et aux autres assises.

Supposons maintenant que, dans l'étude d'une transformation, l'on fasse décrire au corps un cycle fermé; on va exprimer la valeur élémentaire de l'assise en fonction des deux variables indépendantes, et on écrit que l'expression est une différentielle exacte. Joignons-y l'équation analogue et classique de la conservation de l'énergie, et nous obtiendrons une série de relations entre les diverses grandeurs.

L'auteur nous montre la marche à suivre dans un certain nombre d'exemples relatifs à l'Electricité pure, à la Chimie, à l'Electro-chimie.

On arrive ainsi (pour ne citer que quelques exemples) à déterminer le sens du courant induit en partant de la règle électro-dynamique d'Ampère, et à trouver, en Chimie, la variation de la chaleur de réaction en fonction de la pression.

Par les mêmes procédés, l'auteur démontre l'équation de Gibbs-Helmholtz concernant les piles réversibles[1]; d'ailleurs, ici, l'application directe du principe de Carnot mènerait plus rapidement au but.

Dans tous ces problèmes, les calculs ne présentent aucune difficulté.

La méthode proposée par M. Matisse est des plus originales, et nous recommandons la lecture de son petit livre à tous ceux qui s'intéressent aux généralisations thermodynamiques.

P.-Th. Muller,
Professeur de Chimie physique
à l'Université de Nancy.

Ewing (J.-A.), *Honorary Fellow of King's College, Cambridge.* — **The mechanical production of Cold.** — 1 *vol. in-8° de* X-204 *pages avec* 71 *figures et* 1 *planche. University Press, Cambridge*, 1909.

Ce livre est une réimpression des Conférences sur la production mécanique du froid, faites devant la Société des Arts en 1897, conférences auxquelles des additions et des corrections ont été apportées pour tenir compte des progrès accomplis par l'industrie frigorifique depuis onze années.

Le livre est partagé en six chapitres qui correspondent à autant de sujets de conférences. La première a pour titre : *Principes généraux de la réfrigération*; c'est de la Thermodynamique pure. L'auteur considère une machine réfrigérante idéale et il étudie son coefficient de rendement dans le cas où elle suit un cycle de Carnot renversé. Chemin faisant, il montre les commodités du diagramme entropique pour l'étude des machines à froid.

Les machines à froid peuvent se classer en deux catégories tout à fait distinctes : les machines à *absorption* ou *à affinité*, dans lesquelles la production du froid est due à une action chimique, et les machines *à compression*, qui sont des machines thermiques proprement dites, disposées pour la production du froid. Les machines à compression se partagent elles-mêmes en deux familles très différentes, selon que le corps qui travaille est l'air ou un gaz liquéfié. La deuxième conférence est relative aux *Machines à air*; elle contient un historique intéressant des machines réfrigérantes à air, qui en attribue la première invention au Dr Gorrie, de la Nouvelle-Orléans, vers 1845, invention qui fut analysée et critiquée avec beaucoup de soin par Sir W. Siemens en 1857. En 1852, le sujet attira l'attention de Lord Kelvin et de Rankine. Lord Kelvin, en particulier, décrivit avec précision une machine, qui, perfectionnée et rendue pratique, est devenue la machine bien connue de Coleman.

Les *Machines à absorption* forment le sujet de la troisième conférence. Il y en a deux espèces : dans la première, la vapeur employée est la vapeur d'eau et celle-ci est absorbée par l'acide sulfurique; dans la seconde, la vapeur est constituée par le gaz ammoniac et celui-ci est absorbé par l'eau. Entre les mains du Professeur Denton, la machine à ammoniaque à absorption a acquis un degré élevé de perfection, en transformant en froid 26 % de la chaleur fournie.

Les *Machines réfrigérantes à gaz liquéfié* sont traitées dans la quatrième conférence, qui est naturellement la plus longue de toutes. L'auteur compare l'efficacité thermodynamique de l'acide carbonique, de l'ammoniac et du gaz sulfureux; il étudie la forme et l'aire des diagrammes entropiques des trois sortes de machines à froid qui leur correspondent, l'influence de la compression sèche et de la compression humide. Il signale l'influence de la température sur le coefficient de rendement, plus particulièrement dans le cas de l'acide carbonique. Après une courte esquisse historique, il donne quelques détails sur la machine à acide sulfureux de Pictet, sur les machines à ammoniac de von Linde et de De la Vergne, sur les machines à acide carbonique de Hall. Chose curieuse, les machines françaises à chlorure de méthyle de Douane sont complètement passées sous silence.

Le sujet de la cinquième conférence est double : *Essais des machines réfrigérantes* et *usages de la réfrigération mécanique*. L'auteur insiste plus particulièrement sur les essais de la Commission de Munich, conduits par le Professeur Schröter, et sur les résultats pratiques fournis par les trois sortes de machines à gaz liquéfié qui l'intéressent. Quant aux usages du froid industriel : fabrication de la glace, emploi dans les brasseries, conservation et transport de la viande, entrepôts frigorifiques, refroidissement de l'air, conservation du poisson et des fruits, skatings-rinks, insufflation d'air sec, refroidissement des soutes à poudre, l'auteur les décrit sommairement.

La sixième et dernière conférence est consacrée aux *Applications des très basses températures*, c'est-à-dire à l'air liquide considéré soit au point de vue physique de sa liquéfaction, soit au point de vue industriel de sa liquéfaction en grand et de la séparation de l'oxygène et de l'azote de l'air par voie purement physique. Pour n'être pas exclusif, l'auteur a inséré dans ce chapitre très intéressant la liquéfaction de l'hydrogène et celle de l'hélium.

Quelques Notes terminent ce volume; elles se rapportent au diagramme entropique, au rendement du cycle à air de Bell-Coleman, à des tables de propriétés de l'ammoniac, de SO^2, de CO^2 et de la vapeur d'eau (en unités anglaises), au calcul du rendement théorique d'une machine à ammoniac quand la compression est adiabatique et à des diagrammes imaginés par le Dr Mollier pour le calcul rapide des machines réfrigérantes à gaz carbonique.

Le livre du Professeur Ewing contient, sous une

[1] La première partie de la démonstration exigerait, à notre avis, une légère retouche. L'auteur traite l'énergie chimique de la pile comme une simple quantité de chaleur, alors que c'est, en réalité, une énergie interne. Cette imperfection, qui pourrait prêter à confusion, s'élimine d'elle-même dans la suite, et n'est, du reste, pas reproduite dans la seconde partie du raisonnement.

forme extrêmement condensée et très agréable à lire, de très nombreux renseignements sur la production mécanique du froid. Je n'aurais que des éloges à lui adresser si l'oubli des machines réfrigérantes à chlorure de méthyle n'était pas une chose aussi absolue, ce que je trouve regrettable en principe.

E. Mathias,
Professeur de Physique à la Faculté des Sciences de Toulouse.

Bouchard (Georges), *Docteur ès Sciences, Fabricant de savons.* — **Introduction à l'étude des matières grasses.** — *1 vol. in-8° de 110 pages. Dunod et Pinat, éditeurs. Paris, 1909.*

Voici un ouvrage conçu d'une façon extrêmement originale, intéressante, et qui change heureusement de l'habituelle compilation de la plupart des Traités de Chimie analytique. L'auteur s'est moins attaché à décrire les méthodes qu'à en exposer les principes, en faire l'étude critique, les coordonner logiquement; et la tâche était ainsi autrement difficile, mais utile, que s'il se fût agi seulement de reproduire des descriptions.

Comme le fait remarquer M. Bouchard, il existe deux catégories de méthodes d'analyses des graisses. On peut, à l'aide de réactions plus ou moins empiriques, déterminer ce que l'on appelle faussement « la pureté » du produit; c'est-à-dire, par exemple avec HCl sucré, chercher si telle huile d'olive est mélangée ou non de sésame. Il existe une foule de ces procédés qui, le plus souvent, n'ont aucune valeur scientifique, ou même pratique. En voici un exemple: Pendant dix ans, on accusa à tort les huiles d'olives tunisiennes d'être fraudées, parce qu'elles n'avaient pas tout à fait les mêmes réactions que celles de Provence. — Et il y a, d'autre part, les méthodes analytiques « vraies », où l'on détermine, sépare et dose les différents constituants des corps gras. Ce sont, on le comprend, les seules qui importent en Chimie industrielle; ce sont les seules qui devraient importer en alimentation, si le consommateur n'avait l'esprit faussé par les préjugés, le bluff de la grande presse sur les « fraudes » et celui du Ministère de l'Agriculture sur la « répression » des fraudes. Ces méthodes-là sont moins connues, plus difficilement applicables. M. Bouchard s'est exclusivement attaché à les étudier.

Après un court exposé de l'histoire de la Chimie des matières grasses (au sens industriel du mot), l'auteur passe successivement en revue le dosage des acides gras libres et des corps gras neutres; la détermination des indices de saponification; les méthodes d'analyse applicables au dosage de la glycérine, des hydrocarbures, lactones, résines, des différents acides. Le volume se termine par une bibliographie très complète où les travaux originaux sont mentionnés dans l'ordre de publication.

A la fois chimiste et industriel, M. Bouchard s'est particulièrement attaché à montrer le rôle de toute première importance de l'analyse dans la fabrication des matières grasses et de leurs dérivés. Ce n'est pas faire œuvre inutile. C'est un stéarinier, comme le rappelle l'auteur, d'après l'enquête d'un grand périodique, qui prétendait, en 1904, que « l'industrie de la bougie n'a rien de commun avec la Chimie ». Un autre gros industriel disait « que la Chimie ne peut servir absolument à rien dans l'industrie du savon ». Sans doute, les procédés analytiques de la Chimie des corps gras sont encore bien insuffisants et incomplets; ils peuvent cependant rendre les plus grands services. Et l'aide du chimiste est indispensable au fabricant qui sait employer intelligemment le technicien, sans le croire omniscient ou omnipotent, et lui demander de résoudre instantanément toute difficulté.

La lecture de l'ouvrage convaincra les industriels et ne manquera pas d'aider beaucoup les analystes. A ce dernier point de vue, peut-être faut-il regretter que M. Bouchard soit, de parti pris, un peu bref: « L'examen des méthodes que j'ai cru devoir passer sous silence, dit-il, m'a donné plus de peine que l'étude de celles que je viens d'exposer. » Il eût été bon d'insister sur toutes ces méthodes et d'en montrer les défauts. Du reste, dans sa concision voulue, le livre, s'il est peut-être moins commode pour le praticien, gagne certainement en unité et en clarté.

Henri Rousset,
Ingénieur-Chimiste.

3° Sciences naturelles

Thoulet (J.), *Professeur à la Faculté des Sciences de l'Université de Nancy.* — **Précis d'analyse des fonds sous-marins actuels et anciens.** — *1 vol. petit in-8° de 217 pages. Librairie militaire Chapelot et Cie, Paris,* 1908.

Ce nouvel ouvrage de M. Thoulet est le fruit de vingt années de travail. On sait, en effet, que le savant professeur de Nancy a entrepris depuis longtemps l'étude détaillée et complète des dépôts marins actuels ou géologiques. Il lui a fallu imaginer des méthodes spéciales ou faire des applications nouvelles de celles qu'on emploie dans d'autres branches. C'est une bonne fortune pour ceux qui étudieront le même sujet de posséder le Précis de M. Thoulet, car il n'existe aucun ouvrage semblable en France ou ailleurs; ils y trouveront réunis tous les renseignements dont ils ont besoin.

Un Précis d'analyse est naturellement trop technique pour qu'une analyse en soit bien facile. Dans une importante et fort intéressante introduction, l'auteur expose les généralités sur les sédiments marins, leur origine variée; il indique et démontre la nécessité de les étudier mécaniquement et aux points de vue minéralogique, chimique et biologique, ainsi que l'intérêt qu'il y a à les connaître en vue d'applications diverses (pêches, télégraphie sous-marine, navigation, etc.). Il étudie le mode de formation des divers sédiments et expose une série de problèmes à résoudre.

Dans un autre chapitre, nous avons l'historique du sujet, puis l'auteur passe en revue les procédés de récolte et de conservation des échantillons, les instruments et accessoires utiles pour l'analyse, la classification.

Viennent ensuite les détails des analyses mécanique, physique et chimique. L'analyse biologique a été laissée complètement de côté; les éléments devront être réunis à part et soumis à des spécialistes.

Après avoir donné quelques exemples d'une analyse complète de sédiments, l'auteur passe à la confection des cartes lithologiques. Un dernier chapitre, et non le moins important, est celui relatif à la description microscopique des minéraux les plus communs dans les fonds de mers et les roches géologiques. M. Thoulet a réuni là de nombreux détails d'analyse très précieux, surtout quand il s'agit de reconnaître des fragments extrêmement ténus qui ne mesurent le plus souvent que quelques centièmes de millimètre.

Dr Richard,
Directeur du Musée océanographique de Monaco.

Charles-Roux (François). — **La Production du Coton en Egypte.** — *1 vol. in-8° de 410 pages (Prix: 7 fr. 50). Armand Colin, éditeur. Paris,* 1909.

L'ouvrage que vient d'écrire M. F. Charles-Roux est, à vrai dire, une histoire, abondamment documentée, de la culture du Coton en Egypte, depuis les temps les plus reculés.

L'auteur montre, tout d'abord, que la culture du Cotonnier, si elle a pris dans le dernier siècle un essor jusque-là inconnu, était cependant pratiquée — du moins, dans la Haute-Egypte — depuis l'Antiquité, et que, non seulement elle suffisait aux besoins du pays, mais que l'Egypte exportait même quelque peu de coton dans d'autres régions de l'Afrique du Nord et dans les Etats chrétiens de la Méditerranée. Des citations intéressantes de Pline et de Pollux, entre autres, sont fournies à l'appui de cette thèse, qui a d'ailleurs

pour elle la plus grande vraisemblance, puisque certaines espèces du genre *Gossypium* paraissent exister à l'état spontané dans la Haute-Egypte et que l'idée d'employer le Coton a dû venir tout naturellement aux premiers habitants.

M. Charles-Roux dit, en parlant du pays : « Son climat, son sol, conviennent parfaitement à la culture du Cotonnier et la plupart des phénomènes physiques qui caractérisent la vallée du Nil s'adaptent sans difficulté aux exigences de cet arbuste » (p. 119).

Sur cette question, M. F. Charles-Roux nous permettra de ne point partager son opinion, et la meilleure preuve que les conditions climatériques naturelles de la Basse-Egypte ne conviennent pas exactement à la culture du Cotonnier, c'est que le cultivateur égyptien se voit obligé de remplacer la pluie absente par l'eau du Nil, prise dans des canaux artificiels et amenée à la surface du sol par des machines élévatoires. Ce qui est vrai, et ce que l'auteur fait admirablement ressortir, c'est que de nombreux et importants travaux ont permis à l'eau du Nil de se répandre aussi loin que possible dans le pays pour porter la fertilité dans des régions que la sécheresse de l'été rendrait complètement arides, et c'est grâce à ces travaux qu'il est devenu possible d'entreprendre la culture du Cotonnier en saison sèche. « Dans aucun pays, a dit Napoléon, et l'auteur le rappelle à propos, l'Administration n'a autant d'influence sur la prospérité publique. Le Gouvernement en France n'a aucune influence sur la pluie ou la neige qui tombe dans la Beauce ou dans la Brie; mais, en Egypte, le Gouvernement a une influence immédiate sur l'inondation qui en tient lieu. » Ce qui était vrai autrefois, quand le système des inondations était seul en vigueur, l'est peut-être encore davantage aujourd'hui, avec le système si complexe des irrigations, qui exige une réglementation spéciale et rigoureuse.

L'auteur trace un tableau très net des conditions qui ont présidé à l'établissement des grandes cultures de cotonniers sous le règne de Mehémet-Ali et qui ont assuré le développement de ces cultures; il met en évidence les multiples facteurs d'un progrès remarquable, que des tableaux suggestifs traduisent de la façon la plus nette et la plus démonstrative.

M. F. Charles-Roux n'a pas eu la prétention de traiter spécialement la question du Cotonnier au double point de vue botanique et agricole; aussi ne lui reprocherons-nous ni sa documentation botanique empruntée à des géographes, ni la partie agricole quelque peu sacrifiée. Mais nous louerons sans réserve le tableau et l'historique des grands travaux conçus et entrepris (le plus grand nombre, à l'origine, par des Français) pour doter l'Egypte d'un système d'irrigation, de même que l'exposé très clair et bien documenté des conditions dans lesquelles se fait le commerce du Coton, soit en Egypte, soit dans les pays d'exportation. M. F. Charles-Roux a fourni un travail intéressant et instructif, que consulteront avec fruit les commerçants et les industriels qui utilisent le coton égyptien, de même que les nombreux touristes qui se dirigent de plus en plus nombreux vers l'Egypte et qui ne s'intéressent pas seulement aux innombrables et grandioses monuments qu'une civilisation ancienne a semés à chaque pas dans la vallée du Nil, mais qui entendent aussi connaître l'Egypte dans le présent pour en dégager les promesses d'avenir.

HENRI LECOMTE,
Professeur au Muséum

Von Ihering (H.), *Directeur*, et **von Ihering** (R.), *Conservateur du Musée Pauliste, à São-Paulo.* — **Catalogos da Fauna Brazileira.** *Tome I :* **As aves do Brazil.** (CATALOGUE DE LA FAUNE BRÉSILIENNE. *Tome I :* LES OISEAUX DU BRÉSIL). — *1 vol. in-8° de 186 pages, avec 2 cartes en couleurs. Museu Paulista, São-Paulo,* 1908.

M. le Professeur H. von Ihering a entrepris une œuvre considérable en commençant la publication d'un « Catalogue de la Faune brésilienne », travail dont l'utilité se faisait vivement sentir. Les divers Etats du Brésil ont été plus ou moins explorés au point de vue de leur faune, et les résultats de ces explorations restaient épars. M. H. von Ihering a tenté de les réunir en les complétant par ses propres recherches, poursuivies depuis vingt-huit ans dans les Etats de Rio Grande do Sul et de São-Paulo. Les riches collections qu'il a su amasser au Musée de São Paulo sont venues lui faciliter la besogne, en servant de base à son catalogue.

Le premier volume paru, relatif aux Oiseaux, a été établi en collaboration avec son fils, M. R. von Ihering. Il donne l'énumération, par ordres et par familles, des 400 genres, comprenant 1.507 espèces et 213 sous-espèces, actuellement reconnus au Brésil; pour chaque espèce, désignée par son nom latin et son nom vulgaire, on a indiqué la distribution géographique et les sources bibliographiques qui la concernent. Un indice alphabétique des noms latins et des noms vulgaires termine le volume.

Dans son Introduction, le Professeur von Ihering a été amené à donner un aperçu sur les provinces zoo-géographiques du Brésil. Il en distingue trois : la province *amazonienne* ou *hylæenne*, formée de forêts magnifiques et ininterrompues; la province *araxanéenne* ou du Brésil central, et la province *tupianéenne* ou du littoral, ces deux dernières formées de forêts et de steppes; chacune de ces divisions peut, à son tour, se subdiviser en deux régions. Deux belles cartes en couleur, à la fin de l'ouvrage, donnent l'une les limites de ces provinces zoo-géographiques, l'autre la répartition des forêts et des steppes dans toute l'Amérique du Sud.

Il faut féliciter MM. von Ihering de la belle œuvre qu'ils ont commencé à édifier, en leur souhaitant de pouvoir la mener jusqu'au bout.

4° Sciences médicales

Cornet (Dr Paul), *Professeur aux Ecoles municipales d'Infirmières des Hôpitaux de Paris.* — **Le régime alimentaire des malades. Considérations pratiques sur les aliments et les boissons diététiques et sur l'Hygiène de l'Alimentation.** — *1 vol. in-8° de 484 pages. (Prix : 6 fr.) G. Steinheil, éditeur. Paris,* 1909.

Ce livre comprend cinq parties : 1° Généralités sur l'alimentation des malades; 2° Aliments diététiques tirés du règne animal; 3° Aliments diététiques du règne végétal; 4° Des boissons en diététique; 5° Les régimes diététiques; Choix de formules alimentaires.

« En diététique, écrit l'auteur dans sa Préface, il n'est pas facile, il peut même être dangereux de livrer l'organisme d'un malade à des théories mathématiques. Le médecin guérit un malade comme il peut; il n'est et ne doit être que l'esclave, quelquefois aveugle, des circonstances si mobiles du malade et de la maladie. C'est pourquoi nous nous sommes gardés de fixer caloriquement les régimes diététiques; il faut trop *individualiser.* »

Cette simple citation suffit à indiquer la tendance générale de l'ouvrage et l'esprit dans lequel il a été conçu et écrit. Aucune doctrine, aucune théorie générale ou particulière, aucune synthèse physiologique ou pathologique, des documents assez nombreux, de valeur inégale, recueillis par un clinicien qui a beaucoup observé, voilà tout le volume.

Dr ALFRED MARTINET.

5° Sciences diverses

Picard (Edmond), *Sénateur, Professeur à l'Université nouvelle de Bruxelles.* — **Le Droit pur.** — *1 vol. in-16 de la Bibliothèque de Philosophie scientifique du Dr Toulouse. (Prix : 3 fr. 50.) Flammarion, éditeur. Paris,* 1909.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 1er Février 1909.

1° Sciences mathématiques. — M. **A. Demoulin** applique une nouvelle méthode à la détermination, sans intégration, des familles de Lamé composées de cyclides de Dupin. — M. **J. Hadamard** montre que les équations corrélatives conduisent à un nouveau mode d'étude des lignes géodésiques. — M. **P. Boutroux** poursuit ses recherches sur les intégrales d'une équation différentielle algébrique de premier ordre. — M. **W. Stekloff** montre que l'application du théorème généralisé de Jacobi ramène presque immédiatement le cas exceptionnel de Sophus Lie-Mayer à celui de Jacobi. — M. **M. Fréchet** démontre que toute fonctionnelle continue peut s'exprimer approximativement par une intégrale multiple. — M. **J. Merlin** présente le résultat des mesures micrométriques faites à l'Observatoire de Lyon, lors de l'éclipse de Soleil du 28 juin 1908. — MM. **M. Farman** et **Em. Touchet** ont observé les étoiles filantes dans la nuit du 14 novembre 1907; près de la moitié étaient des Géminides, le reste des Léonides et des Lacertides. — M. **G.-A. Tikhoff** a constaté, en particulier sur les Pléiades, que la différence d'éclat des étoiles augmente, en général, avec la diminution de la longueur d'onde.

2° Sciences physiques. — M. **J. de Kowalski** a étudié le déclin de la phosphorescence à basse température; ce sont les émissions à grande longueur d'onde qui diminuent plus rapidement d'intensité que celles dont les ondes sont plus courtes. — M. **J. Meunier** montre que la combustion sans flamme est réellement un mode de combustion vive comme l'explosion ou la flamme; elle en diffère par la manière dont se propage la combustion à travers les couches gazeuses : celles-ci convergent vers le foyer d'allumage, qui est la substance incandescente, et la combustion s'effectue seulement à sa surface, au lieu que, dans l'explosion, la marche de l'inflammation est divergente. — M. **J. Duclaux** étend aux colloïdes la notion de solubilité, qu'il définit par la concentration-limite au delà de laquelle ils prennent l'état solide lorsqu'ils sont comprimés contre une paroi semi-perméable. — M. **O. Boudouard** a reconnu que les charbons augmentent de poids à l'air, par suite de l'absorption d'oxygène. Les houilles à coke, oxydées à 100°, perdent complètement leur pouvoir cokéfiant; de plus, elles renferment de l'acide humique, alors qu'initialement elles n'en contenaient pas. — M. **G. Denigès** a observé que la dioxyacétone, additionnée d'un peu de KBr, donne des réactions colorées caractéristiques avec le gaïacol (bleue), l'acide salicylique (rouge framboise), l'acide gallique (violet foncé). — MM. **A. Seyewetz** et **L. Poizat** montrent que l'acide nitrique à 20 % oxyde vers l'ébullition un grand nombre de phénols et de quinones en formant de l'acide cyanhydrique. — MM. **P. Freundler** et **Juillard** ont constaté que, si l'on fait réagir le nitrosobenzène sur les amines grasses secondaires, on obtient l'hydroxylamine secondaire correspondante, tandis qu'avec les amines primaires et tertiaires il ne se forme pas de dérivé analogue. — M. **R. Padova**, en faisant réagir le chlorure de benzophénone sur le dihydrure d'anthracène-9:10, a obtenu le tétraphénylanthraxylilène, F. 305°. En oxydant la dianthrone de Dimroth par le nitrite d'amyle, il se forme la dianthraquinone, F. 295°. — M. **G. Bertrand** et Mlle **M. Rozenband** ont reconnu que les acides paralysent la peroxydiastase; ils agissent non seulement par leur fonction acide, mais aussi par leur radical propre. — M. **R. Huerre** a extrait du maïs blanc hâtif des Landes une maltase dont l'optimum se trouve à 40° et qui cesse d'agir à 65°; elle est détruite par une chauffe de 2 h. à 80°. Le maïs jaune hâtif contient une autre maltase, agissant de 22° à 80° et ayant son optimum à 60°.

3° Sciences naturelles. — M. **E. Doumer** montre que les effets hypotenseurs de la d'arsonvalisation sont, en général, durables (dix-huit mois au moins) et persistent tant que les détendus se maintiennent dans de bonnes conditions d'hygiène physique, intellectuelle et morale. — M. **A. Frouin** a constaté que le système veineux peut remplacer mécaniquement et fonctionnellement, pendant un certain temps, le système artériel, ce qui permet de pratiquer des sutures artério-veineuses. — MM. **Le Noir** et **J. Camus** confirment, par des expériences sur des cobayes, que la tuberculose est contagieuse par l'air et par les poussières desséchées, et ceci à plusieurs mètres de distance du lit des tuberculeux. — M. **R. Cruchet** rappelle qu'il a déjà publié, en 1901, des remarques analogues à celles de MM. Rieffel et Le Mée sur l'anatomie du thymus humain. — M. **L. Launoy** a reconnu que la température optimum de l'autolyse aseptique du foie est de 45° et que, pour s'accomplir, les phénomènes d'autolyse exigent la présence d'électrolytes. — M. **P. Hallez** montre que les cristaux de l'oothèque de la Blatte ne sont pas formés de carbonate de chaux, comme l'a annoncé M. Bordas, mais bien d'oxalate de chaux. — M. **Aug. Michel** décrit une nouvelle espèce de Syllidien à stolon acéphale, qu'il nomme *Syllis cirropunctata*; il a également réobservé la présence de stolon tétracère chez le *Syllis amica*. — M. **E. Hérouard** montre que le Scyphistome qu'il a décrit sous le nom de *Taeniolhydra* n'est pas un genre nouveau, mais représente un cycle évolutif inconnu jusqu'ici, correspondant à un régime d'inanition et s'intercalant dans le cycle évolutif normal des Acraspèdes. — MM. **Vermorel** et **Dantony** ont constaté que la bouillie à l'arséniate ferreux tue les insectes à partir de 100 grammes par hectolitre et ne brûle pas les végétaux aux doses faibles. — MM. **A. Muntz** et **H. Gaudechon** : Sur la diffusion des engrais salins dans la terre (voir p. 151). — M. **P. Fliche** a étudié deux échantillons d'une fructification de Lycopodinée trouvée dans le Grès bigarré (Trias); c'est un axe reproducteur dépourvu de feuilles, pour lequel l'auteur crée la dénomination de *Poecilitostachys Haugi*. — M. **R. Nicklès** signale la découverte de deux couches de houille de 0,7 et 0,6 mètre d'épaisseur, dans le sondage de Gironcourt-sur-Vraine (Vosges), sur le flanc sud du synclinal de Sarreguemines. Ces couches se trouvent aux profondeurs de 700 et 823 m.

Séance du 8 Février 1909.

La Section de Chimie présente la liste suivante de candidats à la place vacante par suite du décès de M. A. Ditte : 1° M. **E. Jungfleisch**; 2° MM. **A. Etard** et **J. Le Bel**; 3° MM. **A. Béhal**, **L. Bouveault**, **A. Colson**, **M. Hanriot** et **Ch. Moureu**.

1° Sciences mathématiques. — M. **E. Vessiot** présente ses recherches sur l'intégration des systèmes linéaires à déterminant gauche. — M. **Galbrun** étudie la représentation d'une fonction à variable réelle par une série formée avec les polynomes figurant dans les dérivées successives de la fonction e^{-x^2}. — M. **J. Guillaume** présente ses observations du Soleil faites à l'Observatoire de Lyon pendant le 4e trimestre de 1908. Il y a eu une grande diminution de l'aire tachée. — Le même auteur a observé la conjonction de Jupiter avec γ Lion (4, 8) le 27 janvier.

2° Sciences physiques. — M. **André Léauté** montre

que, dans la décharge d'un condensateur à travers une bobine portant deux couches de fil, le courant qui parcourt la bobine est la somme de deux courants sinusoïdaux : la fréquence du premier est égale sensiblement à celle que prévoit la formule de Thomson; le second a une fréquence plus grande et son existence permet d'expliquer tous les faits relatifs aux stries dans les étincelles d'induction. — M. G. **Moreau** a déterminé la masse de l'ion négatif d'une flamme à 2.000°; elle est de 1,1 gr. $\times 10^{-25}$. L'ion négatif est donc plus lourd qu'un corpuscule et plus léger qu'un atome d'hydrogène. — M. J. **Danne**, en cherchant à séparer de l'uranium et à concentrer l'uranium X, a isolé une nouvelle substance radio-active, qu'il nomme radio-uranium. Son activité paraît intermédiaire entre celles de l'uranium et de l'uranium X. — M. A. **Barillé** montre que l'acide carbonique est l'agent convoyeur des phosphates, qu'il transforme en carbonophosphates, lesquels se dissocient ultérieurement. Cette conception permet d'expliquer une foule de phénomènes des êtres vivants et des minéraux. — M. G. **Rebière** a obtenu des solutions d'argent colloïdal électrique renfermant, à l'état d'équilibre au sein de l'eau, des grains d'argent insoluble et de l'argent ionisé. Cet argent ionisé paraît être sous la forme d'oxyde, peut-être en partie carbonaté. — M. F. **Meyer** a constaté que le terme final de l'action du brome sur l'or est $AuBr^3$, composé cristallisé noir soluble dans Br et volatil dans une atmosphère de Br à 300°. $AuBr^2$ n'existe pas; $AuBr^3$ se dissocie en $AuBr$ et Br^2. — M. O. **Boudouard** a étudié le pouvoir cokéfiant des charbons traités préalablement par certains réactifs : HCl n'a aucune action; H^2SO^4 et $HAzO^3$ font perdre aux houilles leur pouvoir cokéfiant; KOH et la liqueur de Schweitzer le diminuent d'une quantité notable. — M. A. **Wahl** a observé que la phénylisoxazolone et ses dérivés réagissent avec le chlorure d'isatine pour donner des colorants indigoïdes dissymétriques. — MM. **Brocq-Rousseu** et **Ed. Gain** ont reconnu que des grains de blé âgés de cinquante ans contiennent encore des diastases (dextrinase et amylase) capables de transformer l'amidon en sucre; ces grains ne germent plus. — M. M. **Piettre** décrit un procédé qui permet de séparer de la bile les divers sels biliaires.

3° Sciences naturelles. — MM. **M. Letulle** et **A. Moutier** ont étudié l'action des courants de haute fréquence sur l'hypertension artérielle permanente; dans les douze cas examinés, l'action hypotensive a été très nette. — M. **P. Salmon** a constaté que l'émétique est un médicament actif dans la syphilis; mais, si les lésions peuvent rétrocéder et guérir, les rechutes se produisent parfois très rapidement. — M. **L. Gaucher** a observé que la traversée des laits de femme et d'ânesse dans l'estomac s'effectue deux fois plus vite que celle du lait de vache; la caséine de ces laits n'est pas peptonisée dans l'estomac. — M. **A. Billard** présente ses recherches sur les Plumulariidées de la collection du British Museum. — M. **Ch. Gravier** a reconnu que chacun des fragments d'un Chétoptère qui s'autotomise peut reconstituer les parties qui lui manquent et donner lieu à un individu normal. — MM. **L. Léger** et **O. Duboscq** ont trouvé dans l'intestin du Homard une série de Protozoaires parasites : *Anoplophrya minima*, *Aggregata vagans*, *Porospora gigantea*, et un Sporozoaire nouveau qu'ils nomment *Selenococcidium intermedium*. — MM. **C. Nicolle** et **L. Manceaux** ont découvert chez le Goudi un protozoaire nouveau, voisin des *Leishmania*, qu'ils nomment *Toxoplasma gondii*. — M. **P. Becquerel** a reconnu que la fécondation d'une partie des fleurs du Pavot s'opère déjà à l'intérieur du bouton, au moment où le pédoncule floral commence à se redresser. — M. **Arsandaux** a étudié la géologie de la boucle de l'Ogôoué; il y a trouvé des roches éruptives (granites et diabases), des roches sédimentaires plissées (arkoses, schistes noirs et quartzites), et des roches métamorphiques à faciès schisteux.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 26 Janvier 1909.

L'Académie continue la discussion sur l'emploi des composés arsenicaux. M. **G. Weiss** estime difficile de proscrire d'une façon absolue l'emploi de toute substance arsenicale en Agriculture avant qu'une enquête, faite dans les pays où ces produits sont en usage depuis plusieurs années, mette tout d'abord en évidence la réalité des accidents qu'il est légitime de redouter, mais que, jusqu'à présent, on n'a pas constatés d'une façon certaine. MM. **G. Linossier** et **A. Railliet** appuient cette manière de voir, que combattent MM. **P. Cazeneuve**, **A. Gautier** et **Ch. Moureu**. — M. **J. Courmont** lit un travail sur la lutte contre les maladies infectieuses en Suède et en Norvège.

Séance du 2 Février 1909.

M. **F. Raymond** présente un Rapport sur un travail de M. **Oddo** relatif à un cas de spondylose rhizomélique et à un cas de rhumatisme ankylosant vertébral avec tabès. — Comme conclusion à la discussion sur l'emploi des arsenicaux en Agriculture, l'Académie adopte par 35 voix contre 27 la proposition suivante : L'Académie, vu l'importance des intérêts en jeu, estimant qu'elle n'est pas suffisamment renseignée sur la nature, la fréquence et la gravité des accidents dus à l'emploi des composés arsenicaux en Agriculture, décide qu'il sera procédé à une enquête *médicale* pour rechercher les cas d'intoxication arsenicale aiguë ou chronique résultant de cet emploi et préciser les conditions de leur développement. — MM. **A. Chantemesse** et **F. Borel** décrivent un nouveau type de sulfurateur pour navires, présentant deux grands avantages, l'un économique, l'autre hygiénique : d'abord il n'est pas brevetable; tout constructeur peut le fabriquer, les pièces qui le composent se trouvant déjà dans l'industrie; ensuite, il n'emploie que le soufre, qui se trouve partout, et peut sulfurer un grand navire en deux ou trois heures. — M. **P. Strauss** lit un travail sur la politique sanitaire et le devoir social.

Séance du 9 Février 1909.

M. **Kermorgant** analyse un travail du Dr **R. Rœmer** sur la médecine des Bataks, tribu de la côte orientale de Sumatra. — M. le Dr **Sieur** lit un mémoire sur deux cas de sténose du larynx traités par la laryngostomie et la dilatation caoutchoutée. — MM. les Drs **Delherm** et **Guisez** communiquent un travail sur le traitement curatif des spasmes à forme grave de l'œsophage par l'œsophagoscopie.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 30 Janvier 1909.

M. **A. Courcoux** a observé, après inoculation de chloroformo-bacilline d'Auclair dans la cavité pleurale du cobaye et du lapin, une réaction hypertrophique purement conjonctive, sans trace de nécrose ou de caséification. — MM. **A. Railliet** et **A. Henry** poursuivent l'exposé de leur nouvelle classification des Strongylidés. — M. **A. Rochaix** indique un nouveau mode de recherche des nitrites dans l'eau de boisson; il est basé sur la coloration bleue que donne l'acide nitreux avec le rouge neutre. — M. **H. Piéron** a reconnu que l'autotomie des élytres chez l'*Acholoë astericola* n'est pas liée nécessairement à la phosphorescence. — MM. **J. Ville** et **E. Derrien** ont constaté que la réaction de Pettenkofer pour les acides biliaires est due à l'oxyde de méthylfurfurol qui se forme par l'action de l'acide sulfurique sur le fructose. — Mlle **L. Kalaboukoff** et M. **E.-F. Terroine** montrent que la lécithine n'est pas saponifiée par le suc pancréatique; les digestions obtenues doivent être rapportées au dédoublement de corps gras entraînés avec elle. — M. **E. Maurel** a observé que la ventilation augmente les dépenses de

l'organisme; mais elle augmente encore davantage l'appétit, de sorte que la croissance en est favorisée. — M. P. Ikonnikoff a constaté que le passage des microbes à travers la paroi intestinale, à la suite de l'étranglement des intestins, est lié à la desquamation épithéliale et aux lésions nécrotiques de la muqueuse; les anaérobies traversent plus facilement que le colibacille et les cocci. — M. N. Fiessinger recherche le glycogène hépatique par le tannage bichromaté des pièces, qui l'insolubilise; celles-ci sont ensuite coupées et colorées à la safranine. — M. Chr. Champy conclut de ses recherches que l'ergastoplasme n'est qu'un état filamenteux des mitochondries, comme le pensait déjà Bouin. — M. A. Moukhtar montre que la morphine diminue la sensibilité des terminaisons nerveuses cutanées, sans produire l'anesthésie complète; la codéine est plus anesthésique et la thébaïne encore plus. — MM. Berthon, Gagnière-Hédon et Lisbonne ont étudié l'action des courants alternatifs industriels de haute tension (8.600 volts) sur le chien. Dans les électrocutions entre fils, le passage du courant provoque la sidération immédiate et absolue du système nerveux central, avec survie; dans l'électrocution entre fil et terre, il y a une violente crise de convulsions et l'animal succombe.

Séance du 6 Février 1909.

MM. A. Blanchetière et Gougerot ont constaté que le *Sporotrichum Beurmanni* fait fermenter la glycérine, le glucose, le galactose, le lactose, l'inuline, en donnant uniquement de l'acide lactique. — M. J. Chevalier décrit un changement de vitesse pouvant s'embrayer successivement avec les trois axes de l'enregistreur de Marey. — MM. A. Marie et M. Tiffeneau ont constaté que la tuberculine purifiée ne possède pas, vis-à-vis des animaux non tuberculeux, l'innocuité qu'on lui attribue. — M. M.-P. Delanoe montre que la voie péritonéale est la plus propice pour faire apparaître l'hypersensibilité du cobaye vis-à-vis de la toxine typhique. — M. R. Dufour a examiné le liquide céphalo-rachidien dans un cas d'insolation; il est nettement hémorragique avec polynucléose éphémère. — MM. Cl. Gautier et O. Monod recherchent les corps du groupe de l'urobiline dans l'urine humaine par la fluorescence verte que produit l'acétate de zinc dans l'extrait, par le chloroforme thymolé, de l'urine acidifiée par l'acide acétique et additionnée d'un peu de teinture d'iode. — Mlle P. Cernovodeanu et M. Nègre, en exposant à l'action des rayons ultra-violets des souris porteuses de tumeurs cancéreuses, ont vu les tumeurs se flétrir et tomber en quelques jours après une courte exposition. — M. P. Remlinger montre que le tube digestif de la souris jouit d'une perméabilité très grande aux virus comme aux vaccins; les conclusions qu'on tire des expériences faites sur ces animaux ne peuvent donc toujours être généralisées à l'homme. — M. Chr. Champy a reconnu que le cytoplasme a la même structure essentielle que le noyau chez les spermatogonies des Batraciens anoures : une masse albuminoïde hyaline contenant deux sortes d'granites, les uns pyrénoïdes, les autres microgranulaires. — MM. L. Alquier et L. Theuveny ont observé que les ovaires, ovules et corps jaunes des chiennes ayant subi l'extirpation partielle de l'appareil thyro-parathyroïdien ne paraissent guère influencés par l'intervention, ni dans leur structure ni dans leur évolution. — M. M. Weinberg montre qu'il serait utile de chercher des anticorps spécifiques dans le sérum des sujets chez lesquels on soupçonne la cysticercose; dans la distomatose, la présence de ces anticorps est une preuve qu'il existe une véritable intoxication chronique, due aux substances sécrétées par les parasites du foie. — M. E. Maurel a reconnu que la ventilation du cobaye avec une vitesse de 16 kilomètres à l'heure exagère tellement ses dépenses qu'une augmentation de l'alimentation la compense difficilement. — MM. G. Denigès et V. Pachon communiquent l'analyse d'un échantillon de sel de cendres de la région de l'Ibenga, qui contient presque exclusivement des sels de potassium : c'est un témoignage de plus en faveur de l'usage général des sels potassiques chez certains indigènes de l'Afrique. — Mlle M. Loyez a constaté que la formation de la graisse dans l'oocyte du *Tejus monitor* paraît être sous la dépendance de particules chromatiques ayant leur origine dans les noyaux des cellules folliculaires. — M. C. Gerber a observé que la papayotine résiste aux températures élevées et coagule lentement le lait bouilli au-dessus de 45°; elle caséifie le lait non calcifié à 0°. — M. Cl. Regaud a constaté, chez le chien et le chat, une localisation des spirilles parasites dans les canalisations glandulaires de la muqueuse gastrique normale.

RÉUNION BIOLOGIQUE DE BUCAREST

Séance du 16 Décembre 1908.

M. V. Babes estime que les accidents paralytiques, d'ailleurs très rares, du traitement antirabique sont dus aux substances toxiques introduites avec les injections antirabiques, mais qui n'ont rien à faire, ni avec le virus rabique, ni avec la substance nerveuse normale. — M. J. Cantacuzène a observé que les ganglions lymphatiques résistent à l'action digestive de la pepsine plus que les autres systèmes cellulaires; cette résistance croît sensiblement chez les animaux immunisés contre la pepsine. — MM. J. Cantacuzène et C. Jonescu-Mihaiesti signalent la présence d'anticorps spécifiques dans le sérum des lapins immunisés contre la pepsine. — M. G. Marinesco a reconnu que la frontale et la pariétale ascendante diffèrent par leur structure cellulaire et par leur fonction. — M. D. Mezincescu montre que la maladie lépreuse des rats et la lèpre humaine doivent être classées, au point de vue des réactions d'immunité, dans le même groupe. Il a, d'autre part, trouvé chez le rat un spirochète analogue à celui de Mc Neal; il le nomme *Sp. muris* var. *Galatziana*. — M. Al. Obregia a observé un nouveau réflexe pathologique conjonctivo-mentonnier. — MM. Al. Obregia et Bruckner, en soumettant à la réaction de Wassermann le liquide céphalorachidien, dans la paralysie générale stationnaire, ont obtenu dans presque tous les cas un résultat négatif. — MM A. Slatineanu et D. Danielopolu signalent la présence d'un fixateur dans le sérum des cobayes sensibilisés à l'infection tuberculeuse.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 15 Janvier 1909.

La Société procède au renouvellement de son Bureau, qui est ainsi constitué pour l'année 1909 :

Président : M. M. Brillouin;
Vice-Président : M. E. Bertin;
Secrétaire général : M. H. Abraham;
Vice-Secrétaire : M. L. Joly;
Trésorier-archiviste : M. P. Pellin.

M. G. Millochau rend compte des recherches qu'il a exécutées, en collaboration avec M. Ch. Féry, pour *utiliser le télescope pyrhéliométrique à la mesure de la constante solaire*. Il suffit, en effet, d'intégrer les résultats obtenus avec le télescope sur les divers points de l'image solaire, de façon à en étendre la somme à la surface entière. La valeur de la constante solaire, exprimée en watts, sera : $A_w = \pi a K \delta_m \tan g^2 \frac{\varphi}{2}$, φ étant l'angle apparent du Soleil, δ_m la déviation moyenne provenant de l'intégration ($K \delta_w = T^4$), K la constante instrumentale obtenue par étalonnage sur un four à température connue, et a la constante de la loi de Stefan. Or A_w est donné directement par l'actinomètre; on peut donc déduire de cette formule la valeur de a; on trouve ainsi : $a = 3{,}02 \times 10^{-12}$. Appliquant cette méthode aux observations faites en 1906, on trouve $A_w = 0{,}178$, qui est de 7 % plus fort que $A_w = 0{,}166$

obtenu directement en 1907. Dans la formule de Bouguer $I_0 = Ie^{\frac{K}{\cos z}}$], employée pour le calcul de l'absorption atmosphérique terrestre, on peut éliminer I_0 et calculer K/; on trouve K/ = 0,032 en 1906 et K/ = 0,037 en 1907, l'emploi de l'une ou de l'autre valeur ne produisant sur le résultat qu'une différence de 1 °/₀, de l'ordre des erreurs d'observation. On est amené à supposer que l'absorption zénithale est constante au sommet du mont Blanc, et qu'on peut calculer en ce point I_0 par la formule $I_0 = Ie^{\frac{0,031}{\cos z}}$ (z = distance zénithale du Soleil). En appliquant ces résultats aux valeurs expérimentales obtenues par M. Violle en 1875 et par Hansky en 1900, on trouve : A = 2,64 (Violle, 16 août 1875); A = 2,21 (Hansky, 4 septembre 1900); A = 2,56 (Féry et Millochau, 2 août 1906); A = 2,38 (mêmes auteurs, 25 août 1907). La moyenne de ces nombres est de 2,4 et l'écart maxima avec cette moyenne est de 7 °/₀. On peut assez bien concevoir la constitution de l'atmosphère solaire, surtout depuis les remarquables travaux de Hale, l'inventeur du spectrohéliographe. Les spectrohéliographies qu'il a publiées et qui montrent les diverses couches de l'atmosphère solaire nous font voir que cette atmosphère est le siège d'agitations continuelles, mais assez régulières, si l'on en excepte les grandes éruptions solaires, localisées dans des espaces relativement restreints du Soleil. Le télescope pyrhéliométrique, mesurant une surface relativement grande de l'image solaire, donne la moyenne du rayonnement de l'ensemble de colonnes gazeuses alternativement ascendantes et descendantes et qui tendent vers une position d'équilibre, ce qui explique l'accord des évaluations, en première approximation, de l'absorption due à l'atmosphère solaire et la concordance des résultats de 1906 avec ceux de 1907 pour la détermination de la température apparente de la photosphère : 6100°, à 30° près. Cette photosphère, étant données, d'une part sa température élevée, d'autre part l'action de l'enveloppe absorbante qui l'entoure, doit rayonner presque comme un radiateur intégral, et sa température réelle doit être voisine, à un millier de degrés près, au plus, de 6.100° qui est en tout cas un minimum. — M. **H. Deslandres** présente ensuite une objection grave aux résultats des observations solaires faites au mont Blanc par M. Millochau avec les deux appareils de M. Féry, avec le pyrhéliomètre qui donne les températures effectives des différents points de l'astre, et avec l'actinomètre qui fournit la constante solaire. En réalité, le pyrhéliomètre ne mesure pas les températures, mais seulement les éclats. Récemment, les belles recherches faites sur les corps noirs et sur la mesure des hautes températures ont permis d'avoir dans le laboratoire des corps noirs d'éclat et de température connus et, pour le Soleil, il a été possible de passer des éclats mesurés à ce qu'on a appelé la *température effective*, en appliquant la loi simple de Stéfan $A = \sigma T^4$, qui donne l'éclat du corps noir de température absolue T. Mais on suppose que la loi de Stéfan, vérifiée avec le thermomètre à gaz jusqu'à 1.800° absolus, est encore vraie jusqu'à 6.000°, que le Soleil est un corps noir idéal et que son rayonnement est purement calorifique et indépendant de toute action chimique ou électrique (ce qui, à certains égards, est peu probable). A la notion simple de l'éclat, on substitue une notion plus complexe dont la base est fragile. Les éclats du Soleil à la surface de la Terre, aux limites de notre atmosphère, et à la surface du Soleil, ont un sens clair et se rapportent à une réalité nette. En est-il de même des températures effectives correspondantes? La seule qui soit vraiment à retenir est la température de la surface solaire, qui justement nous échappe plus que les autres, étant basée sur plusieurs hypothèses et extrapolations. En particulier, l'extrapolation qui donne l'absorption exercée par l'atmosphère solaire est tout à fait incertaine. De toute façon, la température effective moyenne du Soleil aux limites de notre atmosphère, une fois déterminée, est reliée étroitement à la constante solaire par la formule même de Stefan, dont la constante σ a été déterminée avec précision par Kahlbaum. A chaque valeur de la température effective correspond une seule valeur de la constante solaire et inversement[1]. Or, M. Millochau a mesuré séparément, le même jour, en 1907, la température et la constante solaire avec les deux appareils de M. Féry; ces deux mesures se contrôlent l'une l'autre. L'actinomètre a donné directement pour la constante solaire le nombre $2^{Cal},38$; mais, si on la calcule en partant de la température effective déterminée par l'autre appareil, on trouve un nombre notablement plus grand, voisin de 4^{Cal}. Les valeurs de la constante solaire données par les deux appareils sont donc dans le rapport de 5,32 à 3,02. Un désaccord aussi grand est inadmissible, et M. Millocheau devra l'expliquer avant de comparer ses résultats aux résultats antérieurs. D'ailleurs, la valeur de l'actinomètre ($2^{Cal},38$) est très voisine des valeurs nombreuses de la constante solaire, comprises entre 2^{Cal} et $2^{Cal},5$, qui ont été déterminées depuis 1900, avec des appareils excellents et avec un calcul précis de l'absorption atmosphérique terrestre, plus précis que celui donné par l'application simple de la formule de Bouguer au rayonnement total. Aussi semble-t-il qu'il faille incriminer surtout le pyrhéliomètre, qui est présenté cependant comme supérieur à l'autre. — M. **Ch.-Ed. Guillaume** : *L'état amorphe des métaux*. M. Gledens Schäfer a trouvé, il y a quelques années, au moyen d'expériences faites sur des fils métalliques, que le coefficient de Poisson, déterminé dans un certain intervalle de températures basses, et extrapolé jusqu'à des températures élevées, arrive à la valeur $\frac{1}{2}$ à une température voisine de celle de la fusion du métal considéré. Il semblerait résulter de cette constatation que la fusion est un phénomène continu avec la variation des propriétés élastiques des métaux, alors qu'au contraire on admet en général que la fusion, passage brusque de l'état cristallin à l'état amorphe, avec changement de volume, absorption de chaleur, etc., est un phénomène discontinu. Il y a donc, dans les résultats de M. Schäfer, une contradiction au moins apparente avec les idées actuelles sur les changements d'état. D'autre part, G. Kahlbaum a trouvé que les métaux purs, soumis à de fortes compressions, augmentent de densité jusqu'à une certaine limite, puis diminuent ensuite de densité. La région du changement est de l'ordre de dix mille mégabaryes. Enfin, M. W. Spring, après avoir retrouvé les mêmes résultats pour les métaux forcés par pression au travers d'un petit trou, à l'exception du bismuth, dont la densité était augmentée, a pu déceler l'existence d'une différence de potentiel entre deux baguettes du même métal, flué ou non flué, plongées dans une solution de leur nitrate. Pour tous les métaux, à l'exception du bismuth, la baguette fluée se dissolvait. On obtenait des résultats analogues en brunissant des baguettes de métaux purs fondus, et l'on renversait le couple autant de fois qu'on voulait en brunissant ou attaquant alternativement les baguettes, jusqu'à faire apparaître le damasquinage. Une chauffe détruisait les effets de l'étirage. Dans le même ordre d'idées, M. Beilby a trouvé qu'une lame d'or brunie et attaquée à l'acide ne laissait voir, au voisinage de la surface, aucune trace de constitution cristalline, tandis que cette dernière apparaissait à une faible profondeur. Cette structure était visible très près de la surface, lorsque la lame était recuite après avoir été brunie. Le sens des phénomènes observés par Kahlbaum et par M. Spring montre que les métaux flués diffèrent des métaux coulés, dans le même sens que les métaux en fusion. En tenant compte des observations de M. Beilby, on est conduit à admettre que les métaux flués sont à l'état amorphe.

[1] Cette dépendance, présentée par M. Millochau comme inexacte au Congrès solaire de 1907, résulte de la définition même de la température effective.

au moins en grande proportion. Et enfin, comme les fils métalliques soumis à la torsion travaillent surtout par leurs couches extérieures, on peut supposer que les résultats trouvés par M. Schäfer se rapportent à des métaux en majorité amorphes. Il est d'ailleurs impossible de suivre le phénomène jusqu'à la fusion, si ce n'est pour les métaux à température de fusion très basse; car, dès que la température s'élève, la vitesse de cristallisation devient très grande. De plus, les déformations permanentes masquent bientôt les déformations élastiques. L'action des fortes pressions et de la trituration semble ainsi très efficace pour provoquer le passage des métaux de l'état cristallin à l'état amorphe, conformément à un diagramme de M. Tammann.

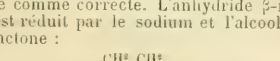
SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE FRANCE

Séance du 22 Janvier 1909.

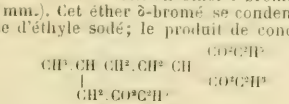
M. M. Prud'homme a reconnu que la relation :

$$\log\left(\frac{1}{1-\gamma}\right) = a v^{\frac{1}{n}},$$

où γ représente le coefficient d'ionisation et a et n des constantes, se vérifie bien pour les bons électrolytes, dans des limites étendues de variation de la dilution, de $v = 1$ ou 5 litres à $v = 2.000$ ou 5.000 litres. Les valeurs de n sont très voisines l'une de l'autre pour les électrolytes univalents : chlorures, bromures, iodures, fluorures, etc.; de même pour les nitrates et les sulfates des métaux univalents. Les chlorures, nitrates et sulfates des métaux bivalents correspondent à des valeurs de n différentes, mais très voisines dans chacune des trois séries d'électrolytes. C'est une généralisation de la relation donnée antérieurement[1]. — **M. E. Kohn-Abrest** a soumis la poudre d'aluminium, qui lui sert de matière première, à une analyse aussi complète que possible. Pour le dosage de l'aluminium métallique, il attaque la poudre d'aluminium par le sulfate ferrique en très grand excès à la température de l'ébullition dans un courant de CO^2. Tout se passe d'après l'équation : $3\,Fe^2(SO^4)^3 + 2\,Al = Al^2(SO^4)^3 + 6FeSO^4$. Le sel ferreux est dosé à l'aide du permanganate, après dilution et refroidissement de la liqueur. 1 cc. de $KMnO^4$ à $3^{gr},14$ par litre correspond à $0^{gr},000.895$ d'aluminium ($Al = 26,9$; $O = 15,88$). L'auteur a, de plus, vérifié que les résultats obtenus en attaquant, d'une part, l'aluminium par l'acide chlorhydrique et en pesant l'eau recueillie après passage de l'hydrogène sur l'oxyde de cuivre, et, d'autre part, en attaquant la poudre d'aluminium par le sulfate ferrique, — conduisent à des chiffres concordants; on trouve, d'une part, 92,84, de l'autre, 92,97 % d'aluminium métallique dans la poudre examinée. D'après les résultats obtenus, rien ne prouve que l'aluminium oxydé existant dans la poudre soit de l'alumine. L'auteur se servira de sa matière première pour continuer son étude sur les affinités chimiques de l'aluminium. — **M. G. Blanc**, après avoir passé en revue les différents modes de synthèse de la menthone et en avoir montré les points faibles, expose une méthode qu'il considère comme correcte. L'anhydride β-méthylglutarique est réduit par le sodium et l'alcool amylique en une lactone :



L'action successive du pentabromure de phosphore et de l'alcool la convertit en éther δ bromé (Éb. 107° sous 10 mm.). Cet éther δ-bromé se condense avec le malonate d'éthyle sodé; le produit de condensation :



[1] *Bull. Soc. chim.*, t. II, 4e série, p. 563, 1907.

bout à 182° (8mm). Traité par l'iodure d'isopropyle et C^2H^5ONa, il donne un dérivé isopropylé (Éb. 186° sous 8 mm.). Le nouvel éther tricarboné, hydrolysé par HCl, donne l'acide α'-isopropyl-β-méthylpimélique, dont la diamide fond à 157°; l'éther méthylique bout à 155° (16 mm.). Cet acide α'-isopropyl-β-méthylpimélique est aisément transformé en menthone inactive par la distillation lente de son anhydride. — **M. A. Béhal** communique les résultats de ses recherches sur l'action des acides organiques sur les dérivés halogénés cycliques. Les dérivés monohalogénés (tels que $C^6H^5.CH^2Cl$) sont décomposés à l'ébullition en donnant HCl et l'éther sel correspondant. Un grand nombre de dérivés halogénés métalliques, les oxydes, les carbonates ou les sels organiques décomposables par HCl, jouent un rôle activant. Les dérivés dihalogénés (tels que $C^6H^5.CHCl^2$) réagissent à l'ébullition sur les acides organiques pour donner naissance aux aldéhydes correspondantes ($C^6H^5.CHO$, par exemple), aux anhydrides des acides organiques employés et à HCl. Cette réaction est activée, comme dans le premier cas, par une série de composés métalliques, parmi lesquels certains fournissent des produits de condensation. Parmi ces derniers se trouve le chlorure de zinc, utilisé précédemment par Jacobsen. M. Béhal mentionne enfin l'action des acides organiques sur les dérivés trihalogénés. L'acide acétique donne, par exemple, avec $C^6H^5.CCl^3$, de l'anhydride acétique, de l'anhydride mixte acétobenzoïque et HCl; l'anhydride mixte se transforme, comme on le sait, en anhydrides acétique et benzoïque. M. Béhal n'a pas pu trouver, en arrêtant la réaction en cours, de chlorure de benzoyle, dont on peut prévoir théoriquement la formation.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

Séance du 12 Novembre 1908.

M. A. A. C. Swinton présente ses recherches sur *l'occlusion du gaz résiduel et la fluorescence des parois en verre des tubes de Crookes*. Il avait indiqué antérieurement que l'occlusion du gaz est due à son transport mécanique dans le verre, où il forme des bulles par chauffage subséquent. Il réfute l'explication de M. R. Pohl, qui prétend que ces bulles ne sont pas dues au gaz du tube, mais à l'action chimique, sur le verre chauffé, de l'aluminium désintégré des électrodes; il réfute encore l'opinion de J. J. Thomson, qui admet que le gaz a passé dans le verre à chaud par simple diffusion, et celle de MM. Soddy et Mackenzie, qui en voient l'origine dans la décomposition chimique du verre par la chaleur. En usant le verre de la quantité juste nécessaire pour prévenir la formation de bulles par chauffage subséquent, on constate que la profondeur à laquelle le gaz a été forcé dans le verre varie de 0,0025 mm., pour les tubes à électrodes externes, à 0,015 mm., pour les tubes à électrodes internes, cette dernière distance étant égale à l'épaisseur maximum d'aluminium que traversent les rayons cathodiques. En ce qui concerne la fatigue du verre pour la fluorescence, quand celle-ci n'est pas due à un dépôt de carbone ou de la matière de l'électrode, il est nécessaire, pour la faire disparaître, d'enlever une épaisseur de verre approximativement égale à celle qu'il faut enlever pour empêcher la formation de bulles par chauffage subséquent. La fatigue paraît donc intimement liée à la pénétration et à la présence de gaz occlus. — **M. J. S. Townsend** : *Les charges des ions dans les gaz et l'effet de la vapeur d'eau sur le mouvement des ions négatifs*. L'auteur a constaté que les rayons secondaires peuvent produire des ions à charges atomiques simple ou double, les dernières étant le résultat des rayons les plus pénétrants. Le mouvement d'un ion négatif dans un champ électrique est fortement influencé par la présence de vapeur d'eau en très faible quantité, celle-ci tendant à condenser les ions négatifs; on n'observe aucun effet correspondant avec les ions positifs. — **MM. J. S. Edkins et M. Tweedy** : *Le méca-*

nisme naturel pour évoquer la sécrétion chimique de l'estomac. Par une méthode spéciale, décrite ailleurs, les auteurs ont pu restreindre l'introduction de nourriture à des parties définies de l'estomac et de l'intestin. Il était, par conséquent, possible d'étudier la façon de se comporter de ces diverses régions comme canaux pour l'absorption et quelle était la valeur comparative des différentes nourritures en ce qui concerne l'évocation du mécanisme chimique de la sécrétion du suc gastrique. Les auteurs ont trouvé que le fundus de l'estomac n'a pas de fonction absorbante; au contraire, l'extrémité pylorique en a une très grande; l'absorption dans le duodénum stimule la sécrétion du fundus. On a observé que l'acide seul n'est qu'un faible stimulant; la dextrine a un effet marqué, semblable à celui

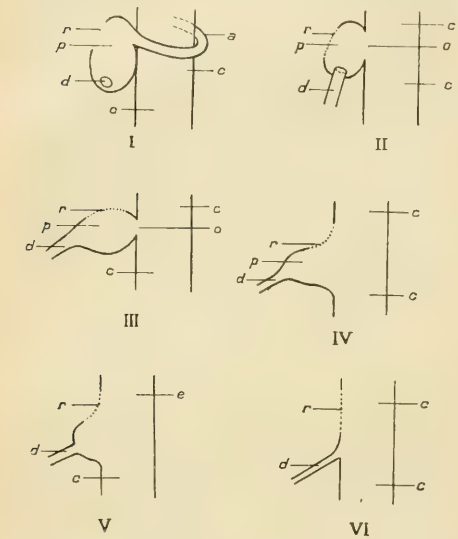


Fig. 1. — *Schéma de l'arrangement de l'aqueduc périlymphatique, du repli périlymphatique, de la fenêtre ronde et de la cochlea chez les Reptiles, les Oiseaux et les Mammifères.*

I. Reptile : *Varanus.* — *a*, aqueduc de la périlymphe : *c.c.*, cochlea ; *p*, repli périlymphatique ; *d*, ouverture sur le toit du repli périlymphatique par laquelle la périlymphe est en communication avec le fluide cérébrospinal. Cette ouverture s'étire en forme de tube court chez l'oiseau et de tube long chez le mammifère, chez lesquels ce tube est nommé aqueduc périlymphatique ; *r*, fenêtre ronde, close par une membrane représentée par une ligne ponctuée.

II. Oiseau : *Rhea.* — *o*, ouverture ovale entre la scala tympani de la cochlea et le repli perilymphatique ; elle n'est pas close par une membrane. Les autres lettres correspondent à celles de la figure 1, mais l'ouverture ovale *d* du reptile devient le tube *d* chez l'oiseau; l'ouverture ovale *o* est présente chez tous les oiseaux examinés et au moins quelques reptiles (alligator).

III. *Echidna.* — Mêmes lettres que dans la figure 2.

IV. Marsupial : Kangourou. — *Id.*

V. Ongulés, Carnivores. — *Id.*

VI. Primates et Homme. — *Id.*

que produisent le dextrose et le maltose. La peptone commerciale et l'extrait de viande de Herzen sont les substances les plus efficaces parmi celles qui ont été expérimentées. On n'a pas trouvé de preuve de l'existence de quelque hormone négative passant dans la circulation et tendant à arrêter la sécrétion gastrique. On doit considérer l'extrémité pylorique de l'estomac et le duodénum comme les canaux normaux de l'absorption qui libère l'hormone gastrique. Le fundus est définitivement exclu de cette fonction. — **M. L. S. Dudgeon** présente ses *recherches sur la présence d'hémo-agglutinines, d'hémo-opsonines et d'hémolysines dans le sang de personnes atteintes de maladies infectieuses et non infectieuses.* Il n'a trouvé aucune relation directe entre les propriétés agglutinantes, opsoniques ou hémolysantes des sérums normaux ou immunisants sur les corpuscules rouges du sang; la formation de rouleaux dans le sang et l'hémo-agglutination doivent aussi être regardés comme des phénomènes distincts. — **M. A. A. Gray** a étudié *la structure anatomique et les relations du labyrinthe chez le reptile, l'oiseau et le mammifère.* Ses recherches ont porté sur le *Varanus salvator*, le *Dromæus novæ-hollandiæ*, le *Rhea americana*, le *Sphenisceus demersus* et l'*Echidna aculeata.* Il y a évolution continue de certaines parties du labyrinthe, par simplification, depuis le reptile jusqu'à l'homme; la figure 1 ci-jointe montre, mieux qu'une longue description, la marche de cette évolution. — **M. A. Edington** a observé une *nouvelle variété de trypanosomiase dans l'île de Zanzibar.* A l'autopsie d'un cheval arabe mort dans une écurie après une dizaine de jours de maladie, on trouva dans le sang quelques trypanosomes. Ce sang, inoculé à un cheval sain, produisit une affection analogue, terminée par la mort; il se montra sans effet sur l'âne, le chien, le bœuf, le rat. Le trypanosome cause de cette maladie ressemble au *Tr. dimorphon*, mais il est plus petit et plus délicat; il diffère également du *Tr. congolense.* — **M. H. H. W. Pearson** : *Nouvelles observations sur les Welwitschia.* Les matériaux qui forment le sujet de cette recherche ont été recueillis à Welwitsch et à Haïkamchab, dans le Damaraland, en janvier et février 1907. Des macrospores et des sacs embryonnaires sont fréquemment présents dans la région médullaire de l'axe du cône femelle. Cela confirme l'hypothèse, déjà adoptée par la plupart des auteurs, que l'ovule des *Welwitschia* est cauline On ne trouve pas de cellules sporogénées dans une position identique dans le cône mâle. Le cône femelle et la fleur mâle dérivent probablement, par réduction et par spécialisation, d'un strobilus amphisporangé d'un type semblable à celui des *Benettites.* A la fin de la division nucléaire libre, le sac embryonnaire contient environ 1.024 noyaux, qui sont équivalents dans tous les caractères visibles. Il se produit un clivage du cytoplasma, résultant de la division de tout le sac en compartiments. Quant aux caractères morphologiques de l'endosperme, les *Gnetum* et les *Welwitschia* sont complètement séparés de l'*Ephedra*, chez lequel l'endosperme est un prothalle du type gymnosperme normal. L'auteur suggère l'idée que l'endosperme des Angiospermes primitifs est homologue avec celui des *Welwitschia.* Il semble que : 1° l'alliance des *Gnetum* et des *Welwitschia* a son origine dans le même fonds que les Angiospermes, mais s'est séparée de la ligne des Angiospermes avant que le carpelle soit devenu le réceptacle du pollen ; 2° le *Welwitschia* est le représentant vivant le plus spécialisé de la race à laquelle il appartient.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Séance du 21 Janvier 1909.

MM. F. S. Kipping et **H. Davies** ont préparé le benzyléthylpropylisobutylsilicane, Eb. 282°-283°, par action de C^6H^5MgBr sur le chlorure de benzyléthylpropylsilicyle; ils ont ensuite préparé le dérivé sulfonique correspondant, qu'ils ont essayé de séparer en ses constituants actifs par cristallisation fractionnée de ses sels avec les alcaloïdes, mais les résultats ont été négatifs ou douteux. — **MM. F. S. Kipping** et **W. J. Pope**, en faisant cristalliser le *dl*-tartrate de sodium-ammonium de solutions aqueuses de dextrose, ont vu se déposer du *d*-tartrate presque pur. Un résultat analogue vient d'être obtenu par d'autres auteurs avec

des solutions aqueuses pures. MM. Kipping et Pope estiment qu'il y a eu soit ensemencement par les poussières du laboratoire, soit léger excès d'acide *d* dans les solutions employées. — M. S. Ruhemann, en condensant le benzylidène-acétoacétate d'éthyle avec le phénate de sodium, a obtenu un composé $C^{20}H^{28}O^6$, qu'il regarde comme un dérivé de la cyclohexanone. Des dérivés analogues peuvent être obtenus avec les éthers monocarboxyliques et les monocétones oléfiniques contenant plusieurs groupements électronégatifs. — M. F. D. Chattaway, en ajoutant une solution aqueuse de dichlorocarbamide $AzHCl.CO.AzHCl$ à une solution concentrée d'AzH^3, a obtenu la *p*-urazine en cristaux blancs. Celle-ci est facilement hydrolysée, par chauffage avec H^2SO^4 concentré, en CO^2 et hydrazine. — MM. F. D. Chattaway et D. F. S. Wunsch ont étudié l'action du chlore sur les carbamides substitués et ont reconnu qu'il est possible de remplacer par Cl, atome par atome, tous les H attachés à l'Az. Les monochloracylcarbamides $AzHR.CO.AzHCl$ sont des solides bien cristallisés et stables. Les carbamides plus chlorés sont des liquides, décomposables par la chaleur. — MM. H. Tutin et H. W. B. Clewer ont extrait des feuilles d'*Eriodictyon*, outre l'ériodictyol et l'homoériodictyol déjà connus, du chrysoériol, $C^{16}H^{12}O^6$, F.337°, contenant 3 OH, du xanthoériol, $C^{16}H^{14}O^7$, F.258°, contenant aussi 3 OH, et de l'ériodonol, $C^{19}H^{18}O^7$, F.209° anhydre, contenant 4 OH. — M. S. U. Pickering a déterminé la quantité d'eau d'hydratation entraînée par certains précipités en se basant sur leur propriété d'émulsionner les huiles. Il trouve que le précipité $10CuO.SO^3.CaSO^4.Na^2SO^4$ contient $42H^2O$. — MM. T. M. Lowry et C. H. Desch ont constaté que le spectre d'absorption de l'α-bromocamphre ne varie guère quand un halogène est introduit en position β ou π; mais la bande connue ne se montre plus quand le second atome d'H en α est remplacé par un halogène ou un groupe nitré. La bande faible du nitrocamphre est fortement intensifiée par les alcalis. — M. J. E. Purvis a observé que l'introduction d'atomes ou de groupes d'atomes dans le noyau de la pyridine et de ses dérivés augmente la persistance de la bande d'absorption, tout en la déplaçant vers l'extrémité rouge du spectre, tandis que l'introduction d'atomes dans une chaîne latérale diminue généralement la persistance. — M. S Ruhemann a reconnu que les composés cycliques obtenus par l'action du sulfocyanate de phényle sur les éthers malonique et cyanacétique existent sous une seule forme et non sous deux modifications comme il l'avait annoncé précédemment. — MM. D. L. Chapman et P. S. Mac Mahon montrent que le fait signalé par Bunsen et Roscoe, que la vitesse d'action photochimique entre H et Cl dans un mélange à volumes égaux de ces deux gaz est réduite par l'addition d'un faible volume de H ou Cl, n'est pas exact; cette réduction doit être attribuée à la présence d'un peu d'oxygène. — MM. D. L. Chapman et L. Vodden ont déterminé le rapport Az:Cl dans la vapeur de chlorure d'azote préparée par l'action de Cl sur une solution neutre d'AzH^4Cl; il correspond à la composition $AzCl^3$ et le gaz ne renferme pas d'H. La réaction $AzH^4Cl + 3Cl^2 = AzCl^3 + 4HCl$ est réversible. — MM. A. H. Salway et F. S. Kipping ont observé que la β-méthylhydrindone s'oxyde lentement à l'air, en formant entre autres les acides acétique, phtalique et benzylméthylcétone-*o*-carboxylique. — MM. G. Clarke jun. et S. C. Banerjee ont extrait des feuilles de *Tephrosia purpurea* environ 2 % d'un glucoside cristallin, F.180-185°, donnant par hydrolyse de la quercétine et du dextrose; il paraît donc identique à l'osyritrine. — Mlle I. Smedley déduit des propriétés physiques et chimiques des acides carboxyliques que la constitution du groupe carboxyle est le mieux représentée par la formule :

$$-C\begin{matrix}\diagup O \\ \diagdown OH\end{matrix}.$$

— Le même auteur, par condensation de l'aldéhyde benzoylformique avec l'acétophénone en présence d'anhydride acétique, a obtenu la forme *cis* du *s*-dibenzoyléthylène, F.111°. Celle-ci possède une réfraction moléculaire différente de celle de la forme *trans*. — M. J. F. Thorpe, en condensant le sodiocyanoacétate d'éthyle avec le 1-cyanocyclopropane-1-carboxylate d'éthyle, a obtenu le 2-imino-3-cyanocyclopentane-1-carboxylate d'éthyle. Une condensation similaire a lieu avec le sodiomalonate d'éthyle. — MM. F. M. Perkin et L. Pratt, en faisant réagir le calcium sur les alcools, ont obtenu les alkyloxydes de calcium $Ca(OAlk)^2$; la chaleur accélère la réaction. — MM. J. W. Pope et J. Read, en condensant l'α-phényléthylamine avec le *d*-oxyméthylènecamphre, ont obtenu deux produits stéréoisomères, provenant de chacun des composants optiquement actifs de la base primaire; on a ainsi une méthode pour reconnaître si une amine primaire est ou non extérieurement compensée. — M. P. Haas, en faisant réagir l'acide nitreux sur le produit de condensation de l'éthylamine avec la dihydrorésorcine, a obtenu le dérivé :

$$CH^3.^2C\begin{matrix}\diagup CH^2 - C(:AzC^2H^5) \\ \diagdown CH^2 \text{———} CO\end{matrix}\rangle C:AzOH,$$

rouge carmin à l'état hydraté et bleu sombre à l'état anhydre.

SOCIÉTÉ ANGLAISE DE CHIMIE INDUSTRIELLE

SECTION CANADIENNE

Séance du 19 Novembre 1908.

M. J. F. Snell étudie les rapports de la Chimie avec l'étude des aliments. Il indique les principaux résultats obtenus dans les directions suivantes : détermination des valeurs relatives des aliments, au point de vue de la nutrition; élucidation des processus de digestion; préservation hygiénique des aliments; recherche des adultérants.

SECTION D'ÉCOSSE

Séance du 8 Décembre 1908.

M. Th. Ewan étudie les *méthodes de détermination des sulfures dans les cyanures alcalins*. La titration directe par le nitrate de plomb est la méthode la plus rapide et la plus simple; avec des corrections convenables, elle est suffisamment exacte. La méthode colorimétrique, modifiée par G. W. Williams, est plus exacte, mais plus lente. La méthode de Feld est la plus exacte, mais beaucoup trop lente pour l'usine et elle nécessite un opérateur habile. — MM. R. R. Tatlock et R. T. Thomson ont recherché la *valeur de l'essai de Polenske dans l'analyse des huiles et graisses*. Pour eux, cet essai est purement empirique, et il est dépendant de tant de conditions qu'il faut beaucoup de circonspection avant d'en déduire la présence de l'huile de noix de coco dans le beurre. Pour la recherche de cette huile dans la margarine, l'indice de Polenske peut servir jusqu'à une teneur de 5 %. L'indice de Polenske ne paraît pas pouvoir être utilisé pour la recherche des graisses animales dans le beurre.

SECTION DE LONDRES

Séance du 7 Novembre 1908.

MM. P. Schidrowitz et H. A. Goldsbrough ont déterminé la viscosité du caoutchouc et de ses solutions dans le benzène. Ils ont reconnu que celle-ci est en rapport direct avec la résistance ou nerf du caoutchouc brut. — M. P. Schidrowitz a constaté, d'autre part, que les globules du latex ne sont pas détruits par sa coagulation, qu'ils continuent à exister dans le caoutchouc sec et qu'ils ne sont pas enlevés même par dissolution dans le benzène.

SECTION DE NEWCASTLE

Séance du 10 Décembre 1908.

M. Ch. J. Potter a étudié les changements chimiques dans le béton en ciment de Portland, spécialement sous l'action de l'eau de mer. La destruction rapide du béton en ciment de Portland sous l'eau de mer est due à l'action des sels de magnésium sur la chaux et l'alumine faiblement combinées du béton ; il se forme du sulfate de calcium et des composés d'aluminium qui, en absorbant de l'eau de cristallisation, désagrègent le béton. Cette action est facilitée par la porosité du béton ; celle-ci peut être fortement diminuée en opérant mécaniquement le mélange des constituants. Mais l'auteur est arrivé à de bien meilleurs résultats en incorporant, en cours de fabrication, au ciment Portland destiné à la préparation du béton, de l'argile calcinée servant à la fabrication des briques rouges. Le ciment rouge qu'on obtient ainsi donne un béton parfaitement résistant à l'eau de mer.

SECTION DE NOTTINGHAM

Séance du 16 Décembre 1908.

M. J. M. Wilkie propose une *méthode volumétrique pour la détermination de l'acide phosphorique et des phosphates mono-et di-alcalins*. Elle consiste à précipiter l'acide phosphorique ou les phosphates acides par le nitrate d'argent en présence d'un excès d'acétate de Na et à titrer l'acide acétique produit suivant l'équation : $H^3PO^4 + 3AgAzO^3 + 3CH^3COONa = Ag^3PO^4 + 3NaAzO^3 + 3CH^3.CO^2H$. La titration a lieu par la baryte avec la phénolphtaléine comme indicateur.

SECTION DU YORKSHIRE

Séance du 14 Décembre 1908.

M. J. T. Thompson présente un résumé critique du 5e Rapport de la Commission royale pour l'étude du traitement des eaux d'égouts.

ACADÉMIE DES SCIENCES D'AMSTERDAM

Séance du 24 Décembre 1908.

1° Sciences mathématiques. — **M. J. de Vries** : *Sur des courbes planes bicuspidales du quatrième ordre*. Par rapport au triangle dont les deux points de rebroussement O_1, O_2 et le point d'intersection O_3 des tangentes cuspidales sont les sommets, l'équation de la courbe est $(x_1x_2 + x_3^2)^2 + 2(h_1x + h_2x_2 + h_3x_3)x_3^2 = 0$. A l'aide de cette équation, l'auteur étudie l'involution quadratique fondamentale de la courbe; de plus, il fait connaître plusieurs propriétés nouvelles. A titre d'exemple, nous citons le théorème suivant : « Les huit points d'inflexion de C_4 se trouvent sur une cubique passant par les deux points de rebroussement O_1, O_2 et par le point d'intersection de la droite O_1O_2 avec la tangente double ». — **M. W. Kapteyn** : *Sur un théorème de M. Painlevé*. Dans son Mémoire connu sur les équations différentielles du premier ordre, M. Painlevé s'est occupé de rechercher dans quelles conditions les intégrales admettent un nombre déterminé de valeurs ou de branches, quand la variable indépendante parcourt un contour circonscrit aux points critiques mobiles (et non pas aux points critiques fixes). Pour des équations de la forme $\frac{dy}{dx} = \frac{P(x, y)}{Q(x, y)}$, où P et Q sont des polynomes, il a prouvé que, si les intégrales admettent n branches, il y a toujours une substitution de la forme :

$$u = \frac{y^n + L_{n-1}y^{n-1} + \ldots + L_1 y}{M_{n-1}y^{n-1} + M_1 y + 1},$$

par laquelle l'équation différentielle se réduit à une équation de Riccati $\frac{du}{dx} = Gu^2 + Hu + K$, où les coefficients L, M, G, H, K sont des fonctions de x. M. Kapteyn se propose de démontrer ce théorème d'une tout autre manière, en se basant sur l'équation :

$$G = \frac{\lambda_n y^n + \lambda_{n-1}y^{n-1} + \ldots + \lambda_1 y + \lambda_0}{y^n + \mu_{n-1}y^{n-1} + \ldots + \mu_1 y + \mu_0},$$

où G est une constante et λ et μ représentent des fonctions arbitraires de x. Il se pose à cet effet la question : à déterminer toutes les équations différentielles de la forme indiquée admettant une intégrale égale à cette fraction. Il étudie en particulier les cas $n = 2$ et $n = 3$. — **M. H. A. Lorentz** présente au nom de **M. L. S. Ornstein** : *La théorie statistique mécanique de la capillarité*. L'auteur déduit par la méthode statistique de Gibbs la condition d'équilibre dans la couche capillaire et traite de quelques questions qui s'y rattachent. Il imagine un système composé de n molécules sphériques (diamètre σ), parfaitement dures et élastiques, contenues dans un vase cylindrique de section égale à l'unité et de hauteur Z. Les molécules exercent des forces attractives les unes sur les autres jusqu'à des distances très grandes par rapport à σ et à leur distance mutuelle moyenne. Cette attraction, fonction de la distance des centres f, a une énergie potentielle $-\varphi(f)$, supposée nulle pour des valeurs assez petites de f; la fonction $\psi(f)$, définie par l'équation $f\varphi(f)df = -d\psi(f)$, disparaîtra pour les mêmes valeurs. Cela posé, l'auteur considère un système canonique à module θ, composé de N systèmes analogues au précédent. Le volume Z étant divisé par des plans horizontaux en k éléments $dz_1, \ldots, dz_\chi, \ldots, dz_k$, on peut déterminer dans l'ensemble des systèmes la fréquence de ceux qui contiennent $n_1, \ldots, n_\chi, \ldots, n_k$ molécules dans les éléments $dz_1, \ldots, dz_\chi, \ldots, dz_k$. Pour cette fréquence ξ, on trouve :

$$\xi = N(2\pi m\theta)^{\frac{3}{2}n} e^{\frac{\Psi}{\theta}} n! \prod_1^k \frac{1}{n_\chi!} (\omega_\chi dz_\chi)^{n_\chi} e^{-\frac{n_\chi \varepsilon_\chi}{\theta}}.$$

La forme $(\omega_\chi dz_\chi)^{n_\chi}$, où ω_χ, fonction de $\frac{n_\chi}{dz_\chi} = n_\chi$, est < 1, représente l'extension dans un espace à $3n$ dimensions du volume $(dz_\chi)^{n_\chi}$, où il n'existe pas d'inégalité de la forme :

$$(x_\nu - x_\mu)^2 + (y_\nu - y_\mu)^2 + (z_\nu - z_\mu)^2 < \sigma^2.$$

x_ν, x_μ, etc., étant les coordonnées des centres, Ψ une constante déterminée jouant le rôle de l'énergie libre (Gibbs), tandis que la signification de ε_χ sera indiquée plus bas. En supposant que l'énergie potentielle mutuelle d'un couple de molécules appartienne pour la moitié à chacune d'elles et en introduisant l'hypothèse qu'on peut prendre les éléments dz_χ d'une telle grandeur qu'ils contiennent un grand nombre de molécules, quoiqu'en même temps $\varphi(f)$ ne change qu'imperceptiblement pour un changement de f égal à dz_χ, l'auteur trouve qu'on peut attribuer à chaque molécule de la couche dz_χ une même énergie ε_χ. L'énergie potentielle totale peut donc être représentée par :

$$\sum_1^k n_\chi \varepsilon_\chi.$$

En exprimant ensuite l'énergie potentielle par les nombres n_χ et par la densité moléculaire n_χ, en calculant l'énergie par molécule dans la couche dz_χ, en prenant dans ce but d'abord la contribution provenant des molécules dans les couches à une distance νdz de la couche dz_χ (densités $n_{\chi-\nu}$ et $n_{\chi+\nu}$) et en additionnant les quantités trouvées pour toutes les valeurs de νdz qui diffèrent de zéro, on trouve pour ε_χ la valeur $-\pi dz \sum_\nu (n_{\chi-\nu} + n_{\chi+\nu})\psi(\nu dz)$, et donc pour l'énergie potentielle :

$$\sum_1^k n_\chi \varepsilon_\chi = -\pi dz \sum n_\chi \sum_1^k {}_\nu (n_{\chi-\nu} + n_{\chi+\nu})\psi(\nu dz).$$

Ensuite, l'auteur applique le théorème (démontré dans sa thèse) : « On peut trouver les qualités d'un système réel en étudiant les qualités correspondantes du système de fréquence maximale dans l'ensemble. » Ainsi il trouve pour la condition du maximum, donc pour la condition de l'équilibre :

$$\log \frac{\omega_\chi}{n} + n_\chi \frac{d \log \omega_\chi}{dn_\chi} - \frac{2\varepsilon_\chi}{\Theta} = \pi,$$

tandis que $\delta^2 \log \zeta$, donné par l'équation :

$$\delta^2 \log \zeta = \sum_1^l \delta n_\chi^2 \left[-1 + \frac{d}{dn_\chi}\left(n_\chi^2 \frac{d \log \omega_\chi}{dn_\chi}\right)\right] - \frac{\pi dz}{\Theta} \sum_1^l \delta n_\chi \sum_\nu \psi(\nu dz)(\delta n_{\chi-\nu} + \delta n_{\chi+\nu}),$$

doit être négatif pour que l'équilibre soit stable. En introduisant l'hypothèse que, dans la couche capillaire, la densité change d'une manière continue, et en employant les constantes connues a et C_{2s}, il trouve qu'on peut tranformer la première condition en :

$$\log \frac{\omega_\chi}{n_\chi} + n_\chi \frac{d \log \omega_\chi}{dn_\chi} + \frac{2an_\chi}{\Theta} + \frac{1}{\Theta} \sum_1^\chi C_{2s} \frac{a^2 n_\chi}{dz_\chi^2} = \pi$$

Pour l'énergie potentielle, on peut écrire $\varepsilon_\chi = -an_\chi + \varepsilon_{c\chi}$, $\varepsilon_{c\chi}$ ne différant de zéro que dans la couche capillaire. En retranchant la condition d'équilibre à la hauteur z_χ de celle à la hauteur $z_\chi + dz_\chi$ et en introduisant la fonction :

$$\frac{p}{\Theta} = n - n^2 \frac{d \log \omega}{dn} - \frac{an^2}{\Theta},$$

on trouve :

$$-\frac{dp_\chi}{dz_\chi} = 2n_\chi \frac{d\varepsilon_{c\chi}}{dz_\chi},$$

condition analogue à celle de l'équilibre statique. En l'intégrant d'un point de la phase homogène à un point de la couche capillaire, on trouve :

$$p_\chi = p_h - 2n_\chi \varepsilon_{c\chi} + 2\int_{z_h}^{z_\chi} \frac{dn}{dz} \varepsilon_c dz,$$

extension d'une formule connue. En intégrant de la première phase à la seconde, on trouve $p_1 = p_2$, la condition connue de l'équilibre pour les systèmes à phases coexistantes. Cette équation et celle qu'on obtient en appliquant la condition d'équilibre aux phases homogènes, où $\varepsilon_\chi = -an_\chi$, peuvent servir à déterminer n_1 et n_2 et ensuite la seconde fait connaître μ. Pour discuter la stabilité, il est nécessaire de diviser $\delta^2 \log \zeta$ en deux parties, dont la première provient des couches homogènes, la seconde des éléments de la couche capillaire. La première partie peut être transformée en :

$$\delta^2 h_\chi \log \zeta = \left[-1 + \frac{d}{dn_\chi}\left(n^2{}_\alpha \frac{d \log \omega_\chi}{dn_\chi}\right) + \frac{2an_\chi}{\Theta}\right] \sum_{h\chi} \frac{\delta n^2{}_\chi}{2\nu_\chi},$$

où α égale 1 ou 2. Cette partie est négative sous la condition :

$$-1 + \frac{d}{dn_\chi}\left(n^2{}_\alpha \frac{d \log \omega_\chi}{dn_\chi}\right) + \frac{2an_\chi}{\Theta} < 0.$$

ou, en introduisant la fonction p, sous la condition connue $\frac{dp_\chi}{dn_\chi} > 0$ de la stabilité thermodynamique. De plus, il faut que la seconde partie $\delta^2{}_c \log \zeta$ soit négative. Elle se réduit d'abord à :

$$\frac{\pi dz}{\Theta} \left\{ \sum_c \delta n_\chi \sum_\nu \psi(\nu dz)(\delta n_{\chi-\nu} + \delta n_{\chi+\nu}) - \sum_c \frac{\delta n_\chi \delta n_\chi}{\frac{dn_\chi}{dz_\chi}} \sum_\nu \psi(\nu dz) \left(\frac{dn_{\chi-\nu}}{dz_{\chi-\nu}} + \frac{dn_{\chi+\nu}}{dz_{\chi+\nu}}\right)\right\}.$$

En arrangeant les termes de cette somme de manière à combiner toujours quatre termes de la forme :

$$\frac{1}{dz} \frac{dn_\chi dn_{\chi-\nu}}{dz_\chi dz_{\chi-\nu}} \left(\frac{\delta n_\chi}{\frac{dn_\chi}{dz_\chi}} - \frac{\delta n_{\chi-\nu}}{\frac{dn_{\chi-\nu}}{dz_{\chi-\nu}}}\right)^2 \psi(\nu dz),$$

on voit tout de suite que l'expression en question est négative. Ce qui prouve que l'équilibre est stable aussitôt que les parties homogènes jouissent séparément de cette propriété. En observant que la constante Ψ est équivalente à l'énergie libre (énergie libre statistique de Gibbs), on peut l'évaluer, la somme $\Sigma \xi$ des fréquences étant égale à N. Ainsi l'on trouve :

$$e^{\frac{\Psi}{\Theta}} = (2\pi\Theta m)^{\frac{3}{2}n} n^n \prod_1^l \left(\frac{n_\chi}{n_\gamma}\right)^{n_\chi} e^{-\frac{n_\chi \varepsilon_\chi}{\Theta}}.$$

De plus, Gibbs a démontré que l'expression $-\bar{\eta}$ déterminée par l'équation :

$$\bar{\eta} = \frac{\varepsilon - \Psi}{\Theta}$$

représente l'entropie s. La quantité ε est l'énergie moyenne de l'ensemble. L'énergie cinétique moyenne est égale à $\frac{3}{2} n\Theta$ (Gibbs, Lorentz). Dans sa thèse, l'auteur a prouvé que l'énergie potentielle moyenne est égale à l'énergie moyenne du système de fréquence maximale. On obtient donc pour s :

$$s = \frac{3}{2} n + \frac{3}{2} n \log (2\pi\Theta m) + n \log n + \sum_1^l n_\chi \log \frac{\omega}{n_\chi}.$$

Ainsi on a démontré, *sans se servir d'une hypothèse nouvelle*, l'hypothèse émise par Van der Waals : « L'entropie d'un élément de volume dépend seulement de la densité n et du nombre des collisions des molécules de cet élément ». Cependant, l'auteur y ajoute la remarque que la démonstration n'est de rigueur que dans la supposition que les lois d'attraction émises dès le commencement soient justes et qu'il est possible que l'hypothèse ait besoin d'une correction en d'autres cas. Enfin l'auteur calcule la pression dans la direction de la couche. Il trouve pour la force exercée par le système de fréquence maximale :

$$K_0 = ph Z + \int_0^Z \left(-n\varepsilon_c + 2\int_h^z \frac{dn}{dz} \varepsilon_c dz\right) dz.$$

extension d'une formule connue, et pour la pression cherchée :

$$p_h = n_\chi \varepsilon_{c\chi} - 2\int_h^\chi \frac{dn}{dz} \varepsilon_c dz.$$

2° Sciences physiques. — M. J. D. Van der Waals : *Contribution à la théorie des mélanges binaires.* XII. Continuation de la discussion sur la possibilité de valeurs de $v > b_2$ dans le cas où le lieu des courbes $\frac{d^2\psi}{dx^2} = 0$ et $\frac{d^2\psi}{dv^2} = 0$ est une courbe fermée. — M. P. Zeeman : *La loi de la variation de la raie moyenne d'un triplet.* En deux communications précédentes (*Rev. génér. des Sc.*, t. XIX, pp. 340, 516), l'auteur a prouvé le phénomène du déplacement de la composante moyenne d'un triplet à l'aide du spectroscope-échelon de M. Michelsen, de manière à exclure tout doute. Ce déplacement a été constaté simultanément par MM. Gmelin et Jack; d'après M. Gmelin le déplacement de la raie de mercure 5.791 est proportionnel au carré de la force magnétique. Dans une communication faite l'année dernière (*Rev. génér. des Sc.*, t. XIX, p. 128), l'auteur a publié des mesures de la décomposition asymétrique de la raie susdite du mercure. Ici il donne les résultats d'autres expériences d'après la

méthode de MM. Fabry et Perot; dans un graphique, la ligne faisant connaître comment le déplacement dépend de la force magnétique a la forme d'une parabole, basée sur trois groupes de cas. — M. A. F. Holleman présente en son nom et au nom de M. J. J. Polak : *Sur la sulfonation de l'acide benzène-sulfonique.* Une des synthèses dont il s'agit se représente schématiquement de la manière suivante :

$$1:2-C^6H^4Cl(AzO^2)$$
$$\xrightarrow{Na^2S^2} (AzO^2)C^6H^4.S.S.C^6H^4(AzO^2) \xrightarrow{HAzO^3} 1:2-C^6H^4(AzO^2)(SO^3K)$$
$$\xrightarrow{Zn} (AzH^2)C^6H^4(SO^3H)$$
$$\rightarrow C^6H^4Az^2SO^3 \rightarrow C^6H^4(Az^2S.CSOC^2H^3)(SO^3K)$$
$$C^6H^4(SCSO.C^2H^3)(SO^3K) \xrightarrow[BrCl^2]{KMnO^4} C^6H^4(SO^3)^2Ba.$$

Ensuite M. Holleman présente au nom de M. E. H. Büchner et Mlle B. J. Karsten : *Sur le système HBr — Br.* D'après la ligne de fusion de la substance HBr_n dressée par les auteurs, les substances Br et HBr n'admettent pas de composé solide; il n'est pas encore décidé si les phases solides qui se précipitent consistent en Br pur, en HBr pur ou en cristaux mixtes.

3° Sciences naturelles. — M. J. W. Moll présente au nom de Mlle T. Tammes : *Le dipsacan et la dipsacotine, un nouveau chromogène et une nouvelle matière colorante des Dipsacées.* Quand on expose des feuilles de *Dipsacus sylvestris* pendant quelques heures dans une atmosphère humide à une température d'environ 60° C., elles se colorent en beau bleu foncé. Ce phénomène, accidentellement observé, a donné lieu à une recherche plus détaillée. Les résultats principaux de cette recherche sont les suivants : Toutes les plantes examinées de la famille des Dipsacées (59 espèces de 5 genres) contiennent un chromogène, le *dipsacan*, et un ferment, la *dipsacase*, qui a la propriété de décomposer le chromogène. Le dipsacan est décomposé non seulement à la température normale par la dipsacase, mais aussi en présence de l'eau à des températures variant entre 35° et 100° C. Le produit de décomposition forme, après oxydation, une matière colorante, la *dipsacotine*. La dipsacotine est soluble dans l'eau; elle est décomposée par l'acide sulfurique et aussi par la lumière. Le chromogène, le dipsacan, se trouve dans tous les organes et tissus, excepté dans la moelle de la tige; probablement, il ne se trouve pas dans la membrane de la cellule. Les jeunes organes croissant vigoureusement contiennent la plus grande quantité de dipsacan, et les circonstances favorables à la vie font augmenter la quantité de cette substance dans la plante. Il n'y a pas de rapport direct entre le dipsacan et l'assimilation du carbone. Probablement, il joue un rôle dans les phénomènes de nutrition et de respiration, en se formant et se décomposant continuellement. L'auteur pense que la dipsacase forme le produit de décomposition du dipsacan aux endroits où ce produit est nécessaire, et parce que ce produit est immédiatement utilisé, il ne peut pas être transformé par oxydation en la matière colorante. Cette interprétation rend compte à la fois de la présence du ferment et de l'absence de la matière colorante dans la plante vivante. — M. L. Boek présente au nom de M. A. J. P. van den Broek : *Sur l'histoire ontogénétique de l'urèthre de l'homme.*

P.-H. Schoute.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE VIENNE

Séance du 7 Janvier 1909.

1° Sciences mathématiques. — M. E. Muller présente ses recherches sur les surfaces gauches dont un faisceau directeur se compose de lignes hélicoïdales ordinaires. — M. E. Kruppa démontre le théorème suivant : Si l'on choisit, dans l'espace à trois dimensions, des points v_1, x_1, y_1, z_1, quelconques et qu'on détermine l'hyperbole focale de la surface de second ordre qui a pour point moyen le centre de gravité du tétraèdre v_1, x_1, y_1, z_1, et pour tétraèdre polaire ce tétraèdre, les droites partant d'un point u_1 de cette hyperbole vers les points choisis forment la projection parallèle réelle d'un croisement d'axe perpendiculaire-équiangle dans l'espace à quatre dimensions. — M. E. Waelsch : Sur le développement du produit de deux fonctions sphériques en fonctions sphériques.

2° Sciences physiques. — M. W. Schmidt décrit un appareil pour la mesure immédiate de la vitesse de chute des gouttes de pluie. Il se compose de deux disques horizontaux fixés à une certaine distance sur un axe vertical. Au disque supérieur on a pratiqué une entaille en forme de secteur, tandis que le disque inférieur est recouvert avant chaque essai de papier-filtre de Wiesner. Si l'on fait tourner uniformément l'appareil, il ne tombe sur le disque inférieur que les gouttes ayant passé par l'entaille, en forme de secteur, du disque supérieur, et cela avec un déplacement correspondant au temps qu'elles ont mis à franchir la distance entre les deux disques. D'après ce déplacement, on peut déterminer leur vitesse. La vitesse maxima ne dépasse pas 8 mm. par seconde pour les grosses gouttes; pour les plus petites, elle s'accorde avec la valeur calculée d'après la formule de Stokes. — M. P. Friedlænder a reconnu que la matière colorante du pourpre antique retiré du *Murex brandaris* possède la composition $C^{16}H^8Br^2Az^2O^2$; c'est un 6 : 6-dibromo-indigo. — M. J. Zellner a trouvé des ferments amylolytiques dans 19 espèces de champignons parasites et saprophytes; ces ferments sont paralysés par les acides minéraux et activés par les acides organiques dilués. Leur optimum de température est situé à 50°; ils sont détruits à 70°. Les produits de la dégradation diastatique sont d'abord des corps du groupe des dextrines, puis du dextrose.

3° Sciences naturelles. — M. F. Krasser a déterminé, après Stur, les fougères appartenant à la famille des Marattiacées de la flore triasique supérieure des couches de Lunz; il a trouvé 7 genres avec 17 espèces, toutes éteintes.

Séance du 14 Janvier 1909.

Sciences physiques. — M. K. W. F. Kohlrausch a déterminé la conductibilité électrique de l'atmosphère d'après la méthode de Gerdien, pendant une traversée de Brème à Galveston; la valeur moyenne a été de $\lambda = 2{,}06 \times 10^{-4}$ unités statiques. Des mesures analogues, faites à Porto-Rico de novembre à janvier, ont révélé une période diurne avec maximum à 1 h. 1/2 de l'après-midi et minimum à 4 h. 1/2 du matin; la valeur moyenne est de $3{,}66 \times 10^{-4}$. — M. E. von Schweidler a poursuivi en 1907-1908 ses mesures de l'électricité atmosphérique sur les lacs alpins. De l'ensemble des observations, il résulte que la valeur du coefficient q (rapport de la dispersion négative à la positive) est plus petite que 1 dans les espaces complètement protégés contre le champ terrestre et plus grande que 1 aux endroits plus ou moins exposés.

Louis Brunet.

Le Directeur-Gérant : Louis Olivier.

Paris. — L. Maretheux, imprimeur, 1, rue Cassette.

20e ANNÉE N° 5 15 MARS 1909

Revue générale des Sciences pures et appliquées

DIRECTEUR : **LOUIS OLIVIER**, Docteur ès sciences.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. L. OLIVIER, 18, rue Chauveau-Lagarde, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et dans tous les pays étrangers, y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Astronomie

Le huitième satellite de Jupiter. — Ce nouveau satellite, découvert, comme on s'en souvient, par M. Melotte, le 27 janvier 1908, à l'Observatoire de Greenwich, vient d'y être photographié en de bonnes conditions, le 16 janvier dernier. Sa position, à $1^h 4^m 7^s$ du matin, était :

$$AR = 10^h 56^m 46^s 7; \quad \mathfrak{D} = +7^\circ 40' 46''.$$

Son mouvement quotidien autour de Jupiter est estimé à $-16^s + 1'$.

Cette lune jovienne, qui est de 17e grandeur et se présente, par conséquent, tout juste à la limite de visibilité dans les plus puissants instruments d'optique actuels, semble décrire une orbite remarquablement vaste et très excentrique, dont l'inclinaison est de 31°.

D'après ces éléments, ce petit astre serait éloigné de sa planète centrale plus qu'aucun autre satellite connu. Sa révolution autour de Jupiter s'effectuerait en deux ans et deux mois, à la distance moyenne de 25 millions de kilomètres. En outre, son mouvement paraît rétrograde.

Suivant les premiers calculs, ce satellite doit être plus minuscule encore que Thémis, la dixième et invisible lune de Saturne. Son diamètre est évalué à 56 kilomètres et, vu de Jupiter, il est comparable à une faible étoile télescopique de neuvième grandeur.

§ 2. — Physique

La contraction de volume et le pouvoir de réfraction. — On a fait d'innombrables tentatives pour trouver une fonction (dite constante de réfraction) de l'exposant de réfraction et de la densité, laquelle resterait constante pour des variations de la densité dues à la température ou à la pression.

Dans un récent Mémoire [1], M. W. F. Hess établit une relation générale s'appliquant à toutes les formes du pouvoir de réfraction R et qui fournit des formules de mélange permettant d'obtenir des résultats tout aussi bons que la constante de réfraction de Pulfrich. Les calculs faits sur les mélanges les plus divers prouvent que la relation fondamentale établie par l'auteur, à savoir :

$$\frac{R - R_v}{R} = \eta c,$$

— où R_v est le pouvoir de réfraction que posséderait le mélange, dans le cas où le mélange ne s'accompagnerait d'aucune variation de volume, et c la contraction ou dilatation de l'unité de volume, — est réellement satisfaite pour toutes les formes usuelles du pouvoir de réfraction R, c'est-à-dire que le rapport η de la « contraction du pouvoir de réfraction » à la contraction du volume est un nombre constant positif, pour toutes les conditions de volume d'un mélange.

Toutes les formules de mélange résultant de cette relation fondamentale concordent également bien avec les observations. La relation fondamentale se trouve être presque indépendante de la température et de la longueur d'onde de la lumière dont on se sert.

Les nouvelles formules données par l'auteur permettent aussi de calculer les exposants de réfraction d'un liquide pour les températures intermédiaires entre deux limites pour lesquelles ceux-ci sont donnés. Les équations antérieurement établies par M. Pulfrich, d'une part, et l'auteur, de l'autre, rentrent comme cas spéciaux dans la formule fondamentale donnée ci-dessus.

§ 3. — Electricité industrielle

Le problème téléphonique en France. — Nous recevons de M. A. Turpain la lettre suivante :

« Monsieur le Directeur,

« A vrai dire, j'attendais bien quelques réponses à mon récent article sur le *Problème téléphonique actuel en France*, mais j'avoue que j'espérais des arguments et non des affirmations sans preuves :

« 1° *Vous êtes incompétent.* » — « 2° *C'est un déplorable accident.* » Voilà, en résumé, la lettre de M. Mercadier.

[1] *Annalen der Physik*, n° 13, 1908.

« Nous connaissions très bien l'automatique », écrit M. Estaunié ; il n'ose ajouter, et c'est dommage, car l'examen des faits l'indique : « mais nous le gardions « pour nous ou comme sujet de nos discussions académiques entre ingénieurs ».

« Mon *incompétence* : peut-être pourrais-je l'atténuer, mais cela me gênerait au moins autant que d'affirmer sans preuves qu'il en est de même du distingué Directeur des Etudes à l'Ecole Polytechnique. Et de cela je me garderais d'autant mieux que j'ai l'habitude de lire les travaux qui se publient concernant les techniques dont je m'occupe, et le souvenir de ceux de M. Mercadier suffirait à arrêter sous ma plume un jugement aussi inconsidéré.

« Cela n'est point la question, d'ailleurs, et ferait dévier le débat qui concerne, non pas ma compétence, mais la question de l'organisation des téléphones en France. Je ne puis que prendre acte qu'aucune des deux lettres de M. Mercadier et de M. Estaunié ne détruit les arguments de mon article et les conclusions, bien plus sévères encore que les miennes, des rapporteurs américains, qui, certes, ne peuvent être taxés de partialité. (Consulter les termes du Rapport, *Revue générale des Sciences*, 30 décembre 1908, p. 982, en note, et *Journal officiel*, 7 novembre, p. 2112, col. 2). Ils ignoraient, d'ailleurs, en le rédigeant que leur Rapport aurait les honneurs de la tribune française.

« Veuillez agréer, monsieur le Directeur, etc... »

A. Turpain,
Professeur à l'Université de Poitiers.

L'action du courant alternatif sur les lampes au tantale. — L'action du courant alternatif sur les lampes incandescentes à filament de tantale vient d'être étudiée par M. O. Scarpa[1], professeur à l'Université de Naples.

L'expérience avait démontré que ces lampes, toutes choses étant d'ailleurs égales, possèdent une durée bien moindre quand elles fonctionnent par courant alternatif que par courant continu ; mais les causes de ce phénomène étaient restées jusqu'ici inconnues.

M. Scarpa avait observé, depuis quelque temps, que la surface des filaments métalliques traversés par les courants alternatifs devient rugueuse, ce qui laissait supposer la formation d'une structure cristalline, augmentant la fragilité du filament.

Or, parmi les causes favorisant le passage de l'état amorphe à l'état cristallin, les températures élevées et les vibrations mécaniques sont les plus importantes. Comme, à somme égale d'énergie du courant, le premier facteur doit évidemment exercer des effets identiques, qu'il s'agisse de courant alternatif ou continu, le surcroît d'action constaté dans le cas du courant alternatif ne peut être dû qu'au second facteur. Or, les réactions électro-dynamiques se font sentir avec une intensité assez considérable entre les portions rectilignes des filaments de tantale, tendant, en raison de leur disposition en zigzag, à se placer parallèlement les unes aux autres. La résultante de ces forces individuelles, distribuées sur une surface cylindrique, ne peut s'annuler qu'avec la valeur instantanée du courant, mais jamais par compensation mutuelle des composantes.

Or, les filaments exposés à l'effet de ces forces périodiques et aux réactions élastiques propres peuvent vibrer avec une fréquence double de celle du courant.

Pour démontrer, par l'expérience, la présence de ces vibrations, l'auteur se sert d'un dispositif permettant d'alimenter successivement une lampe au tantale avec une différence de potentiel en courant continu équivalant à son potentiel normal (110 volts) et avec un courant alternatif du même effet. Un microscope, pourvu d'un micromètre oculaire, permet d'observer un grand nombre de filaments successivement au passage des courants continu et alternatif.

Or, l'épaisseur apparente du filament, dans le cas du courant alternatif, a toujours été plus du double, à certains endroits, de la valeur observée pour le continu, en même temps que son image sur les bords était plus claire. En raison de la persistance des images de la rétine, ceci démontre évidemment l'existence de vibrations transversales rapides du filament, dont l'épaisseur au milieu, et plus encore aux soudures, reste inaltérée, en même temps que l'intensité lumineuse y est plus forte.

Dans le cas du courant continu, l'épaisseur de toutes les portions du filament est identique ; l'intensité lumineuse semble également rester constante.

L'auteur remarque aussi des variations à lente période de l'épaisseur apparente du filament alimenté de courant alternatif, variations dues sans doute à l'interférence des vibrations forcées avec les vibrations propres du filament.

Dans les lampes tubulaires à filaments de charbon recourbés en U, les vibrations prennent une amplitude suffisante pour être observées quelquefois à l'œil nu. D'autre part, les vibrations d'une lampe *Osmin*, disposée verticalement, sont bien moins importantes, ce qui, semble-t-il, est dû au poids plus considérable et à la consistance pâteuse du filament, ainsi qu'à la symétrie plus grande des lampes. Ceci concorde parfaitement avec les expériences relativement satisfaisantes faites par les constructeurs et les consommateurs de lampes *Osmin* alimentées avec du courant alternatif.

L'auteur a ensuite étudié au microscope les filaments de lampes au tantale alimentées pendant un certain temps avec le courant alternatif de la ville de Naples (42 périodes), en les comparant à des filaments neufs et à ceux qui avaient été traversés par le courant continu. Cette comparaison fait voir à l'évidence l'action du courant alternatif : la formation d'une structure cristalline (caractérisée par des cassures aiguës) est accélérée, l'agrégation des molécules défaite et les différentes portions sont déplacées les unes par rapport aux autres. En raison de l'énorme dégagement de chaleur aux cassures, la vaporisation et, par là, le noircissement de l'ampoule sont favorisés à certains endroits.

Les filaments au tantale alimentés avec du courant continu se comportent d'une façon bien différente : bien qu'il existe toujours une tendance naturelle à la formation d'une forme cristalline, cette tendance est bien moins marquée ; l'on ne constate pas de désagrégation de la structure.

Bien que les mesures prises pour augmenter le parallélisme et l'égalité de distance entre les portions rectilignes du filament, et pour rendre la période propre différente de celle du courant, réduisent certainement les vibrations et ainsi la désagrégation, il est évident qu'aucune d'elles ne permet d'éliminer complètement cet inconvénient, les filaments de tantale présentant la tendance au passage à l'état cristallin — bien qu'à un degré moindre — même dans le cas du fonctionnement par courant continu.

§ 4. — Chimie appliquée

Le VIIe Congrès international de Chimie appliquée. — Le VIIe Congrès international de Chimie appliquée aura lieu à Londres, du 27 mai au 2 juin, sous le haut patronage du roi Edouard VII et de son fils le prince de Galles.

Il comprendra onze sections, embrassant toutes les branches de la Chimie appliquée, où seront présentées toutes les communications des membres ; en outre, des conférences sur des sujets généraux seront prononcées en séance plénière par d'éminents savants et techniciens. MM. A. Haller, Paterno, Witt, Sir B. Redwood se sont déjà fait inscrire dans ce but.

Les chimistes anglais préparent à leurs collègues étrangers une imposante réception ; il est à désirer que les chimistes français répondent nombreux à l'invitation qu'ils reçoivent d'outre-Manche.

[1] *L'Elettricita*, n° 19, 1908.

Pour tous les renseignements relatifs au programme du Congrès et aux inscriptions, on est prié de s'adresser au secrétaire général, 10, Cromwell Crescent, Londres, S. W.

A propos du Service de la répression des fraudes. — Le *Journal officiel* a publié récemment un arrêté spécifiant toutes les localités où les vignerons auront, dès maintenant, seuls le droit de désigner sous le nom de « vins de Champagne » les produits de leur récolte. C'est là, nous promet-on, seulement le commencement de l'œuvre entreprise par le « Service de la répression des fraudes », qui doit élaborer sur le même type toute une série d'arrêts analogues. Sans discuter la valeur du décret lui-même et, par exemple, remarquer que le fait de placer dans la Champagne des villages situés à quelques kilomètres de Soissons paraît s'accorder mal avec les données historiques et géographiques généralement admises, on peut, à ce sujet, signaler quelques points faibles de l'organisation du nouveau Service.

L'obligation, pour les commerçants, de vendre les denrées sous leurs véritables noms est évidemment une mesure excellente en principe. Mais, pour qu'elle ait un effet utile, pour qu'il soit possible de l'appliquer, il serait absolument indispensable de pouvoir, quand besoin est, reconnaître le produit « naturel » de l'imitation frauduleuse. Le grand public, toujours volontiers victime du préjugé de la compétence, croit généralement que rien n'est plus facile au chimiste; et la grande presse a donné de tels détails sur la répression de la fraude par les nombreux laboratoires dont dispose maintenant l'Administration que la détermination de l'origine d'un vin, par exemple d'après les données de l'analyse, passe pour la chose la plus facile du monde. Or, la réalité est tout autre.

« On ne peut fixer par des chiffres, même approximatifs, le degré alcoolique et le poids d'extrait minimum que doit laisser un vin, » écrit M. Armand Gautier; pourtant ce sont là les données les plus sûres, qui permettent le mieux de conclure — quand on peut conclure — à la fraude. « S'agit-il de certifier qu'un échantillon quelconque de vin a ou n'a pas été mouillé? On peut répondre *a priori* que la question posée est à peu près insoluble et que, si d'aventure un chimiste s'avise de vouloir y répondre, il se trompera cinq fois sur dix..., » dit M. Magnier de la Source dans son classique « Traité d'analyse des Vins ». Comment, dès lors, les experts du Ministère de l'Agriculture pourront-ils distinguer le vin de Chavonne, par exemple, de celui de la commune d'à côté, du même canton de Vailly? Et la question est d'importance, puisque, depuis le nouveau décret, un vin et non l'autre sera le vrai, le seul « Champagne ».

M. Jean Cruet constatait récemment (*La vie du droit*) l'impuissance du législateur à changer quoi que ce fût aux coutumes et aux mœurs. Ne serait-ce pas parce que le « droit » est quelque chose de bien supérieur à la pensée collective des membres d'un Parlement? Le vrai droit est le rationnel : il résulte logiquement d'une foule de causes quelquefois obscures. Et il est heureux, il est « juste », au sens de Hegel, que des lois artificielles et mal faites ne puissent rien changer à la marche logique des choses. La législation sur la fraude, qui eût dû être conçue dans le seul intérêt du consommateur, fut « lancée » par le Ministère de l'Agriculture pour se faire une facile popularité près des producteurs de denrées naturelles : elle avorte misérablement. Elle produit même des effets diamétralement opposés aux intentions des promoteurs; il arrivera pour les vins de Champagne ce qui arrive pour les sirops : il n'y a plus ou presque plus, dans le commerce, que des mixtures étiquetées « de fantaisie », conformément à la loi; en sorte que, pour n'être pas fraudé, le sirop n'est pas plus « naturel » pour cela.

De même, les succédanés du beurre se vendent maintenant sous des noms nouveaux et jolis : « coccose », « végétaline », qui font tout autre impression que celui de la fâcheuse margarine. Ils se vendent de plus en plus. Et ce succès, en dépit des lois qui protègent le beurre, est rationnel, c'est-à-dire « juste ». La matière élaborée dans la plante est utilisée directement, sans l'intermédiaire de mauvais rendement, coûteux et malpropre, qu'est la vache. En outre, le produit est plus pur, de composition plus uniforme, il est à meilleur marché : on ne peut nier que son adoption constitue un progrès.

Il est d'autant plus regrettable de voir les chimistes officiels perdre leur temps et gaspiller leurs efforts que l'œuvre bien comprise eût été admirable. Au lieu de recherches impossibles et inutiles, que ne se soucient-ils seulement de la pureté, de l'innocuité, de la valeur physiologique des matières alimentaires? Au lieu de publier des « méthodes officielles » où sont minutieusement décrites les capacités de pipette à employer, que ne publie-t-on, comme l'a fait le Ministère belge de l'Agriculture, des « tracts » sur la façon de se nourrir convenablement et économiquement? Ne serait-il pas infiniment intéressant d'étudier un moyen d'empêcher ce gâchage de forces et d'argent de la société moderne : la réclame, en indiquant à tous, d'une façon rationnelle, la juste valeur des choses?

L'État dépense des millions pour l'étude de la Science; que n'en consacre-t-il aussi quelques-uns à l'étude des applications de la science aux choses humbles de la vie journalière! Il est des professorats d'agriculture, des Stations agronomiques où l'on renseigne les cultivateurs sur la valeur physiologique des différents aliments à donner aux bestiaux, ou l'on fait des essais d'alimentation. Pourquoi n'a-t-on pas conçu ces laboratoires du Service des fraudes comme des sortes d'Instituts Solvay où l'on tâcherait de remédier au gaspillage énorme de temps, de peine, d'argent qu'entraîne la façon habituelle de se nourrir, en combattant la routine et les préjugés par la « croisade » de l'alimentation rationnelle? **Henri Rousset.**

§ 5. — Physiologie

Sur le centre de la polypnée. — Lorsqu'on expose un chien au soleil, ou lorsqu'on l'introduit dans une enceinte à température élevée, sa respiration se modifie profondément; elle devient infiniment plus rapide qu'elle n'est chez l'animal placé dans les conditions ordinaires de la vie : il y a polypnée. On sait — M. Ch. Richet, qui a fait une très belle étude de ce phénomène, l'a démontré — que cette polypnée est le mécanisme puissant dont dispose le chien pour lutter contre l'échauffement et se maintenir à sa température normale, quand la température du milieu ambiant s'élève; la polypnée a, en effet, comme conséquence une évaporation considérable d'eau par les voies respiratoires, évaporation qui consomme une grande quantité de chaleur.

M. Ch. Richet a démontré que la polypnée est un phénomène délicat, ne pouvant se manifester que dans des conditions très spéciales, qu'il a bien déterminées. On peut penser que l'appareil nerveux qui préside à son établissement est lui-même parmi les plus délicats. C'est cette proposition que MM. J.-P. Langlois et L. Garrelon établissent dans une Note récemment publiée[1].

Le centre respiratoire est situé dans le bulbe rachidien, près de la face postérieure, au niveau du plancher du quatrième ventricule. La polypnée, étant un mode spécial de respiration, est vraisemblablement due à un mode spécial de fonctionnement du centre respiratoire; on n'a donc pas besoin d'imaginer l'existence d'un centre polypnéique indépendant, au moins anatomiquement, du centre respiratoire.

Or, on sait par les travaux d'Aducco et de François-

[1] J.-P. Langlois et L. Garrelon : Centre polypnéique et cocaïne. *C. R. Soc. de Biologie*, 26 décembre 1908, p. 715-716.

Franck que la cocaïnisation superficielle du plancher du quatrième ventricule entraîne la suspension de la respiration. Ne serait-il pas possible de trouver des conditions, dans la pratique de cette cocaïnisation, qui permettraient de séparer la fonction respiratoire et la fonction polypnéique du centre bulbaire ?

MM. J.-P. Langlois et L. Garrelon ont soumis des chiens à l'action du chloralose, puis les ont placés dans une étuve à 45°, de façon à faire apparaître la polypnée. Ils ont alors introduit dans la cavité du quatrième ventricule une solution de cocaïne, ou badigeonné avec cette solution la surface du plancher du quatrième ventricule mise à nu. Selon la méthode adoptée, ils ont observé un arrêt respiratoire ou un ralentissement respiratoire. Dans ce dernier cas, la polypnée disparaissait, la respiration subsistait; c'est donc que la fonction polypnéique du centre respiratoire disparaît avant sa fonction respiratoire. Dans le premier cas, ils pratiquèrent la respiration artificielle, jusqu'à ce que la cocaïne ait été éliminée suffisamment pour permettre la réapparition de la respiration spontanée : la respiration ne se montrait pas polypnéique d'emblée; la polypnée ne se manifestait que tardivement.

Ces faits intéressants confirment la notion déjà classique de la délicatesse du mécanisme polypnéique. Ce mécanisme est merveilleux d'efficacité pour lutter contre l'échauffement, mais il est d'une extrême fragilité.

L'alimentation du paysan finlandais. — Dans un travail très développé[1], M. Sigfrid Sundström réunit les recherches qu'il a faites sur l'alimentation du peuple finlandais. Nous possédons déjà de nombreux renseignements statistiques sur l'alimentation des divers peuples d'Europe et quelques renseignements sur les peuples des autres parties du monde, renseignements qui ont permis de tirer des conclusions et de poser des règles générales. Mais, puisqu'il s'agit de statistique, les renseignements nouveaux sont toujours les bienvenus.

M. Sigfrid Sundström constate qu'un paysan de Finlande, adulte et de poids moyen, travaillant moyennement, consomme 4.000 calories par jour, une femme en consommant de 2.700 à 2.800. L'enfant de deux à trois ans emploie 1.000 calories, augmentant sa dépense de 200 calories par an.

L'adulte consomme en moyenne 136 grammes d'albumine, 83 grammes de graisses, 580 grammes d'hydrates de carbone; sa consommation d'énergie dérive donc : pour 15 °/₀, des albumines; pour 21 °/₀, des graisses; pour 64 °/₀, des hydrates de carbone, tous ces nombres ne différant pas sensiblement des nombres acceptés comme moyennes pour les Européens.

Au point de vue de l'utilisation digestive des aliments finlandais, les albumines sont utilisées pour 84 °/₀; les graisses, pour 90 °/₀; les hydrates de carbone, pour 85 °/₀; l'énergie des aliments pour 87,5 °/₀.

Le paysan finlandais consomme en moyenne par jour : 200 grammes de viande, poisson, lard; 1 litre 1/2 de lait complet; 550 grammes de farine; 600 grammes de pommes de terre, empruntant ainsi la moitié de l'énergie aux céréales, le quart au lait, le dixième à la viande, le reste aux pommes de terre.

§ 6. — Géographie et Colonisation

Le développement économique de la République Argentine. — *L'agriculture, l'élevage et l'industrie des viandes congelées.* — Récemment, à la Société de Géographie commerciale de Paris, une conférence faite par un ingénieur français, M. Auguste-P. Potel, montrait, par des chiffres et des documents précis, le prodigieux développement de ce pays depuis quelques années. Ces documents ont d'autant plus de valeur que M. Potel n'est pas un voyageur pressé : depuis vingt ans, il habite l'Argentine, où il est à la tête d'une importante industrie, et, d'autre part, son sens pratique des affaires ne lui fait pas sacrifier la réalité au pittoresque. Aussi nous croyons intéressant de rassembler ici la partie essentielle des renseignements qu'il a bien voulu nous communiquer, celle qui est la plus apte à nous faire saisir l'évolution de ce jeune et vigoureux pays.

Tempéré dans sa plus grande partie, le climat de la République Argentine est chaud au nord, froid au sud; son territoire est environ six fois plus grand que celui de la France; sa population, qui était de 3 millions d'habitants en 1887, a dépassé 6 millions en 1907, mais il est évident que 200 millions pourraient y vivre à l'aise. Sa population ira d'ailleurs en augmentant rapidement, d'abord parce qu'elle reçoit chaque année plus de 300.000 immigrants, et aussi parce que la natalité y est considérable (34,6 °/₀₀), environ le double de ce qu'elle est à Paris et supérieure à celle de l'Allemagne (25 °/₀₀).

On compte actuellement en Argentine 185.000 Français et un million et demi d'Italiens.

Situation économique. — Son état actuel mérite d'attirer notre attention, car si les Français y sont toujours reçus avec la plus vive sympathie, si les étudiants se servent presque exclusivement de livres français, par contre notre commerce n'y occupe que le quatrième rang, venant après celui des Anglais, des Allemands et des Italiens. Le commerce français y décroît sans cesse, alors que celui de l'Allemagne progresse d'une façon continue, surtout pour l'importation. La France exporte plus qu'elle n'importe. Et cependant la stabilité financière de notre sœur latine, faible il y a quelques années, s'est fortement consolidée, et l'on peut dire aujourd'hui qu'au point de vue financier cette République américaine fonctionne normalement.

Les capitalistes anglais, guidés par leur clairvoyance et leur audace, furent les seuls, jusque dans ces dernières années, à construire des voies ferrées, à fonder des Banques, à créer des établissements frigorifiques pour l'exportation des viandes, etc. Leurs capitaux employés au 31 mai 1908 s'élèvent au chiffre énorme de 4 milliards 380 millions, tandis que les capitaux français, entrés en activité seulement depuis quelques années, occupent la seconde place avec 540 millions, les capitaux allemands n'atteignant que 300 millions et les capitaux belges 10 millions.

Il est certain que, par son sol fertile, par son climat qui permet toutes les cultures, par les nombreuses industries qu'on y peut établir, ce pays offre aux capitaux non seulement des garanties, mais des rendements importants, souvent supérieurs à ceux obtenus en Europe dans les opérations habituelles.

Agriculture. — A l'exception de la Cordillère des Andes, qui le traverse dans toute son étendue du nord au sud, ce pays est plat, et, par suite, propre à toutes sortes de cultures. Au point de vue agronomique, son territoire peut être divisé en deux parties :

Terres de labour	104 millions	d'hectares.
Terres aptes à l'élevage du bétail.	100 —	—

Sur les 104 millions d'hectares de terres de labour, 14 millions seulement sont cultivés, et 90, pour être cultivés immédiatement, n'attendent que des bras.

Parmi les 14 millions d'hectares cultivés, 6 donnent du blé et 3 du maïs. Aussi la République Argentine occupe-t-elle, dans l'exportation mondiale du blé, la seconde place, après les Etats-Unis et avant la Russie; et dans l'exportation du maïs la seconde place également, après les Etats-Unis et avant le Danube; elle occupe même la première place dans l'exportation du lin.

Elevage. — Si l'avenir de l'agriculture est grand, celui de l'élevage paraît immense. On conçoit, en effet, le nombreux bétail que pourraient héberger les 100 millions d'hectares de terres propres à l'élevage.

[1] *Untersuchungen über die Ernährung der Landbevölkerung in Finnland.* Helsingfors, 1908.

A titre de renseignement, voici quelle était la composition du bétail en 1907 :

Espèce bovine	25.844.800	têtes.
— chevaline	5.462.170	—
Mulets et ânes	345.780	—
Moutons	75 581.000	—
Porcs	2.840.000	—
Chèvres	2.500.000	—

Les deux branches principales de l'élevage sont l'exportation des laines et celle de la viande congelée ou réfrigérée (*chilled beef*).

En 1907, l'exportation des laines a été de 155.000 tonnes, d'une valeur de 300 millions de francs. Cette production argentine représente environ 15 °/₀ de la production mondiale.

Dans le commerce d'exportation des viandes congelées, qui se fait presque exclusivement avec l'Angleterre, l'Argentine occupe la première place, comme le montrent les chiffres suivants se rapportant à l'année 1907 :

1. République Argentine	211.000	tonnes.
2. Australasie	169.000	—
3 États-Unis	125.000	—

En 1907, ce commerce a exigé 463.000 bêtes à cornes et 3.050.000 moutons. Les entreprises frigorifiques ont payé pour l'achat de ces bêtes plus de 150 millions de francs. Notons que cette industrie frigorifique, déjà si prospère, pourrait encore grossir son chiffre d'affaires en préparant du lièvre, car cet animal, depuis quelques années, abonde à tel point qu'il commence à inquiéter les agriculteurs argentins. On pourrait donc faire de lui ce que l'Australie a fait de ses lapins, qu'elle envoie congelés en Angleterre pour environ 20 millions de francs chaque année.

Enfin, à ces industries pourront s'en ajouter d'autres, comme celles du beurre et du fromage, qui sont peu développées à cause de l'absence du personnel technique et des difficultés de transports ; mais ces obstacles disparaîtront, et ce pays, avec les 6 millions de vaches qu'il possède, deviendra vite un grand producteur de beurre et de fromage.

Quant au lait, il est consommé en grande quantité à Buenos-Ayres (250.000 litres par jour). Il existe dans cette capitale de nombreux établissements (*tambos*) qui fournissent le lait en le trayant devant les clients.

Inspection vétérinaire. — Nous ne devons pas terminer cette rapide description sans parler de l'Inspection vétérinaire que subissent les produits d'origine animale et qui a été méthodiquement et savamment organisée par le Gouvernement.

Dans chaque établissement frigorifique ou dans chaque abattoir existent plusieurs docteurs en médecine vétérinaire, qui n'entrent dans ce service qu'après quatre années d'études sérieuses.

L'inspection vétérinaire commence au marché par l'observation des bestiaux vivants, puis elle se continue par un examen attentif des animaux abattus et par la saisie des viandes suspectes, qui sont alors brûlées dans une sorte de four crématoire.

En 1906, sur 560 000 bœufs abattus dans les établissements frigorifiques, on a seulement saisi 1 °/₀ d'animaux tuberculeux, alors qu'en Europe, suivant les régions, on en trouve de 25 à 60 °/₀. C'est qu'en Argentine le climat et aussi les méthodes d'élevage permettent d'entretenir les troupeaux dans un excellent état de santé.

Ce qui détermine le plus grand nombre de saisies, c'est la mauvaise organisation du transport des animaux en chemin de fer, qui fait qu'ils arrivent en grand nombre fiévreux et contusionnés, surtout les moutons. Or, la moindre contusion ou une coloration un peu foncée de la viande suffisent pour justifier la saisie.

De plus, les vétérinaires surveillent aussi les procédés d'abatage, la destruction des viandes saisies, et enfin ils exercent un contrôle hygiénique sévère sur les ouvriers qui travaillent dans ces établissements. On conçoit qu'avec une telle surveillance la viande argentine arrive en Europe parfaitement saine. Cette inspection vétérinaire aussi fortement organisée est évidemment une garantie pour le consommateur ; elle pourrait, d'ailleurs, servir de modèle à nombre d'abattoirs européens, et il est certain qu'il n'existe nulle part, pour les viandes d'exportation, de législation plus avancée que celle de l'Argentine.

En résumé, au point de vue de l'agriculture et de l'élevage, la République Argentine a devant elle un avenir immense. D'autre part, son climat, sa fertilité et le caractère de ses habitants ne manqueront pas d'attirer à elle de jeunes Européens courageux et actifs. Assurément, il n'y a rien à faire pour les bureaucrates, mais nous avons la conviction que nos jeunes Français qui sortent de l'Institut Agronomique ou des Écoles nationales d'Agriculture, n'ayant plus comme leurs anciens l'amour stérilisant du fonctionnarisme agricole, ne manqueraient pas de s'y créer, si ce sont des hommes d'action et à l'esprit entreprenant, de belles et indépendantes situations. **E. Caustier,**

Professeur aux Lycées Henri IV et Saint-Louis.

§ 7. — Enseignement

Personnel universitaire. — M. Quénu, professeur d'Opérations et Appareils à la Faculté de Médecine de Paris, est nommé, sur sa demande, professeur de Clinique chirurgicale à ladite Faculté.

M. Gilbert Ballet, professeur d'Histoire de la Médecine à la Faculté de Médecine de Paris, est nommé professeur de Clinique, de Pathologie mentale et des maladies de l'encéphale à ladite Faculté.

M. H. Hartmann, agrégé de la Faculté de Médecine de Paris, est nommé professeur d'Opérations et Appareils à ladite Faculté.

M. Puiseux, docteur ès sciences, maître de conférences de Mécanique et Astronomie à la Faculté des Sciences de Paris, est chargé d'un cours de Physique céleste à ladite Faculté.

M. Delassus, professeur de Calcul différentiel et intégral à la Faculté des Sciences de Besançon, est nommé professeur de Mécanique à la Faculté des Sciences de Bordeaux.

M. Bourget, directeur de l'Observatoire de Marseille, est nommé professeur d'Astronomie à la Faculté des Sciences de Marseille.

M. Chabrié, chargé d'un cours de Chimie appliquée à la Faculté des Sciences de Paris, est nommé professeur de Chimie appliquée à ladite Faculté.

M. Caullery, maître de conférences de Zoologie (Evolution des êtres organisés) à la Faculté des Sciences de Paris, est nommé professeur de Zoologie à ladite Faculté.

M. Cluzet, agrégé près la Faculté de Médecine de Toulouse, est nommé professeur de Physique médicale à la Faculté de Médecine de Lyon.

M. G. Urbain, chargé d'un cours d'Analyse chimique à la Faculté des Sciences de Paris, est nommé professeur de Chimie à ladite Faculté.

École Polytechnique. — M. Pérot, docteur ès sciences, physicien de l'Observatoire d'Astronomie physique de Paris, directeur honoraire du Laboratoire d'essais du Conservatoire des Arts et Métiers, est nommé professeur de Physique à l'École Polytechnique, en remplacement de M. Becquerel, décédé.

LE PREMIER CONGRÈS INTERNATIONAL DU FROID

Le premier Congrès international des Industries frigorifiques, tenu à Paris du 5 au 12 octobre 1908, s'est fait remarquer par le nombre et l'importance des communications apportées par les divers savants et ingénieurs qui avaient répondu à l'appel du Comité d'organisation.

Le Congrès était divisé en six sections; dans chacune d'elles, les questions suivantes devaient être plus particulièrement examinées :

Première Section. — Les basses températures et leurs effets généraux.

Deuxième Section. — Matériel frigorifique.

Troisième et Quatrième Sections. — Applications du froid à l'alimentation et aux diverses autres industries.

Cinquième Section. — Applications du froid au commerce et aux transports.

Sixième Section. — Législation.

Nous nous proposons dans cet article, non de résumer les nombreux Mémoires ou Communications présentés, mais de caractériser en quelque sorte la physionomie de ce Congrès, qui a réuni des savants, des ingénieurs, des biologistes, des législateurs et des commerçants.

I. — L'AIR LIQUIDE ET LES PROPRIÉTÉS DES CORPS AUX BASSES TEMPÉRATURES.

La 1re Section s'est occupée plus particulièrement de la production de l'air liquide et des préparations, à partir de ce corps, de l'oxygène et de l'azote dans l'industrie.

On sait que, comme tous les gaz, l'air est amené à l'état liquide par les effets combinés d'un abaissement de température et d'une détente convenables. L'air gazeux et refroidi est détendu brusquement d'une pression p_0 à une pression plus basse p_1; une partie passe à l'état liquide; l'autre partie, gazeuse et très froide, est ramenée dans un *échangeur de températures*, où elle refroidit l'air primitif venant du compresseur à la pression p_0.

La détente sensiblement adiabatique de l'air peut se faire suivant deux procédés différents :

1° L'air, comprimé à la pression p_0, se détend sans produire de travail extérieur utilisable; il passe du récipient de compression à celui de liquéfaction à travers un orifice étroit. C'est le mode de détente adopté par Linde dans ses machines à production d'air liquide. L'abaissement de température réalisé dans ces conditions n'est appréciable que si la différence des pressions p_0-p_1 est considérable. Dans l'appareil de Linde[1], l'air gazeux, refroidi à environ — 100°, est détendu de 200 à 40 atmosphères : le gaz non liquéfié, et à une température d'environ — 140° C., passe dans un échangeur de températures où il refroidit l'air comprimé à 200 atmosphères; il est alors repris par une pompe de compression qui le ramène à cette dernière pression. Une deuxième pompe auxiliaire puise l'air dans l'atmosphère, de manière à remplacer la partie qui s'est liquéfiée. Dans les machines industrielles, les gaz comprimés à 200 atmosphères sont, avant de passer dans l'échangeur de températures où circule le gaz à — 140°, refroidis au moyen d'ammoniaque liquide. Dans ces conditions, *pour les machines d'une production de 50 litres à l'heure, le rendement en air liquide est d'environ 0,5 litre par cheval-heure*;

2° Le second mode de détente de l'air consiste à utiliser le travail extérieur que le gaz est susceptible de produire lorsqu'il passe de la pression p_0 à la pression p_1. Ce mode *de détente avec travail extérieur utilisable* est la base des procédés G. Claude pour la production de l'air liquide[2]. L'air, comprimé à une pression maxima de 30 ou 40 atmosphères, passe d'abord dans un échangeur de températures où il est refroidi, comme dans l'appareil Linde, par le gaz non liquéfié; il est ensuite détendu dans le cylindre d'un moteur dont le travail peut être utilisé pour la compression primitive de l'air. En fin de course, il y a liquéfaction partielle de l'air dans le cylindre du moteur auxiliaire. Le graissage de celui-ci est effectué au moyen d'essence de pétrole de densité 0,675 (essence d'automobile), qui, aux basses températures auxquelles fonctionne le moteur, prend une consistance sirupeuse comparable à celle des lubrifiants industriels.

Appliqué sous cette forme, le procédé G. Claude ne donne que des résultats peu satisfaisants. La détente de l'air, porté à des températures de — 175° ou — 180° par le gaz détendu dans le moteur auxiliaire, se fait dans de mauvaises conditions; l'apparition de l'air liquide dans le cylindre de ce moteur auxiliaire est susceptible de produire des coups d'eau d'un genre spécial, et se traduit par une augmentation notable des frottements, c'est-à-dire

[1] Voir, pour la description de la machine Linde, E. Mathias : La préparation industrielle et les principales applications des gaz liquéfiés. *Revue générale des Sciences*, t. XII, 1901.)

[2] Nous prions le lecteur désireux de connaître dans tous ses détails la genèse des procédés de M. Claude de se reporter à l'ouvrage suivant : G. Claude : *Air liquide, Oxygène, Azote*. Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1909.

par une destruction corrélative de l'air liquide produit. Aussi, dans les circonstances les plus favorables, le rendement d'une telle machine est-il tout au plus de 0,2 litre d'air liquide par cheval-heure.

C'est pourquoi M. Claude a été amené à modifier de la manière suivante la méthode dont nous venons d'indiquer le principe. Sur le courant d'air refroidi et comprimé à 40 atmosphères, on prend, avant l'arrivée au cylindre de détente, une dérivation; l'air de celle-ci, à une pression de 40 atmosphères, arrive dans une enceinte (liquéfacteur) refroidie elle-même par les gaz du courant primitif, qui se sont détendus dans le cylindre du moteur auxiliaire. Grâce à sa pression de 40 atmosphères, le gaz de la dérivation se liquéfie dans cette dernière enceinte non plus à — 190°, comme il le faisait dans le procédé primitif par liquéfaction à la fin de sa détente, mais à — 140°. De plus, l'air détendu, qui circule dans le liquéfacteur, se réchauffe et arrive dans l'échangeur de températures non plus à — 190°, comme tout à l'heure, mais à — 130° environ; il refroidit moins le gaz de la conduite d'alimentation; ce gaz arrive au moteur auxiliaire à une température de — 100° environ; sa détente s'effectue alors dans de meilleures conditions de rendement, et sa liquéfaction par détente est moins à craindre.

En substituant ainsi la *liquéfaction sous pression à la liquéfaction spontanée par détente*, M. Claude a rendu pratique son procédé de récupération du travail de détente. Pour des machines utilisant une puissance extérieure de compression de l'air égale à 75 chevaux, le rendement de ce procédé perfectionné devient égal à *0,7 litre d'air liquide par cheval-heure*.

Mais on peut aller plus loin : L'air, qui arrive au moteur auxiliaire à une pression de 40 atmosphères et à une température d'environ — 100° C., peut subir, pendant la détente, un trop grand abaissement de température. Pour éviter de retrouver ici les inconvénients de la méthode primitive, il suffit de faire la détente par échelons dans plusieurs cylindres auxiliaires. L'air de la première détente vient circuler autour d'un premier liquéfacteur traversé par la dérivation de l'air comprimé et froid du circuit d'alimentation; il se réchauffe et va se détendre dans un second cylindre auxiliaire. Cet air de la seconde détente est envoyé dans un second liquéfacteur analogue au premier; il se rend enfin dans l'échangeur de températures. En pratique, les deux liquéfacteurs ne sont pas distincts; les deux courants d'air, après leur détente, circulent autour de sections différentes d'un même appareil de liquéfaction.

M. Claude a donné à ce dernier procédé le nom de *liquéfaction compound*. Il marque un progrès nouveau et important dans la pratique de la liquéfaction de l'air. Pour des machines du type que nous avons défini plus haut, le rendement en air liquide devient, en effet, par l'application de la liquéfaction compound, égal à 0,85 *litre par cheval-heure*.

L'air liquide tend à devenir la seule source industrielle de l'oxygène et de l'azote. La fabrication à très bas prix de ces deux gaz est un problème dont la solution a une très grande importance pour la métallurgie et pour l'industrie des engrais. Comment peut-on extraire ces gaz de l'air liquide? C'est ce que nous allons maintenant examiner.

L'oxygène et l'azote sont deux corps dont les points critiques sont nettement différents (— 118° et 13 atmosphères pour l'oxygène; — 146° et 33 atmosphères pour l'azote); la courbe des tensions de vapeur de l'azote est au-dessus de celle de l'oxygène; à une même température, inférieure à la plus basse des deux températures critiques, les deux gaz, considérés isolément, se liquéfient sous des pressions très inégales. Aussi la liquéfaction de l'air, c'est-à-dire du mélange de ces deux gaz, présente-t-elle des particularités que nous allons rappeler.

Si, à une température constante suffisamment basse T, on comprime de l'air dans une enceinte fermée, on observe les phénomènes suivants :

1° Pour une valeur déterminée P_0 de la pression apparaît une première goutte de liquide; c'est ce qu'avec M. Duhem nous appellerons le *point de rosée*[1];

2° Si, à la température constante T, on diminue le volume de l'air, la *pression croît*; en même temps, la masse de la phase liquide augmente. Cet accroissement de la pression se continuant, tout l'air passe à l'état liquide; les valeurs P_1 et T de la pression et de la température à cet instant caractérisent ce que M. Duhem a appelé le *point d'ébullition*;

3° Les points de rosée et d'ébullition obtenus à diverses températures tracent dans le plan POT, d'une part la *ligne de rosée*, d'autre part la *ligne d'ébullition* du mélange gazeux considéré;

4° Pour chaque système de valeurs (T, P) de la température et de la pression, les deux phases liquide et gazeuse admettent un état d'équilibre; dans cet état, *les compositions des deux phases sont différentes*;

5° Appelons *teneur* des phases liquides ou gazeuses le pourcentage de l'oxygène (élément le plus liquéfiable) dans chacune d'elles.

[1] Duhem : *Traité de Mecanique chimique*, t. IV, chap. III. Paris. Hermann.

La *teneur* de la *phase liquide* est, dans l'état d'équilibre, toujours *supérieure* à la *teneur* de la *phase gazeuse*.

Lorsque, *à température constante, la pression augmente, les teneurs* des deux phases liquide et gazeuse vont en *diminuant* jusqu'à liquéfaction complète du mélange.

Ainsi, quand on liquéfie de l'air (teneur volumétrique 21 °/₀ d'oxygène), la première goutte de liquide qui se forme contient de l'oxygène et de l'azote, et sa teneur est égale à 47 °/₀. Ces teneurs vont en diminuant à mesure que le volume de la phase liquide augmente; c'est ainsi que du liquide à 34 °/₀ ne peut être en équilibre qu'avec du gaz à 12,5 °/₀. Mais, tant qu'il existe une phase gazeuse, sa teneur est bien différente de zéro; elle reste supérieure à 7 °/₀.

On voit donc que, si l'on maintient *en contact les deux phases liquide et gazeuse obtenues par la liquéfaction progressive de l'air, il est impossible de préparer l'azote gazeux à un degré suffisant de pureté.*

Il n'en est plus de même lorsque, maintenant la pression constante, on élimine la phase liquide au fur et à mesure de sa formation. On se trouve en présence du phénomène inverse de celui que l'on observe lorsqu'on *distille de l'air liquide sous pression constante.* Dans ce cas, les teneurs des phases liquide et gazeuse vont en augmentant; ces phases tendent à être constituées par de l'oxygène pur; en même temps, la température d'ébullition s'élève d'une valeur voisine de celle de l'azote pur à la température d'ébullition de l'oxygène pur. Inversement, si, sous pression constante, on condense progressivement de l'air, en éliminant la phase liquide au fur et à mesure de sa production, on obtient des liquides et des résidus gazeux de moins en moins riches en oxygène; en même temps, la température de condensation s'abaisse et tend vers la température d'ébullition de l'azote pur sous la pression considérée. On obtient ainsi, beaucoup plus rapidement que dans le procédé étudié plus haut, un mélange gazeux plus riche en azote.

Toutefois, pour obtenir un résidu gazeux sensiblement exempt d'oxygène, il faut encore, dans cette méthode, liquéfier presque totalement l'air.

On parvient à un meilleur résultat en employant le dispositif désigné par M. Claude sous le nom de *retour en arrière.*

Imaginons que le liquide, en se séparant du gaz, rencontre une masse gazeuse plus riche en oxygène. Le liquide est plus froid par suite de la forte proportion d'azote qu'il contient; une partie de l'oxygène plus condensable du mélange gazeux va donc se liquéfier et prendre dans le liquide la place de l'azote qui se vaporisera. Ainsi, par circulation en sens opposés du liquide et du gaz de teneurs différentes, on obtient d'une part un liquide très riche en oxygène et de l'autre de *l'azote gazeux pratiquement pur*; celui-ci provient, d'ailleurs, d'une grande partie de *l'air traité qui n'a pas eu besoin d'être liquéfié.*

M. Claude a réalisé de la manière suivante ce principe du *retour en arrière* :

Une sorte de petite chaudière tubulaire est disposée de manière que son axe soit vertical. Les tubes sont entourés extérieurement d'air liquide; à leur partie inférieure arrive intérieurement un courant d'air comprimé et froid. Celui-ci se liquéfie progressivement en donnant des liquides de plus en plus pauvres en oxygène. Ces liquides, en retombant dans un récipient inférieur, rencontrent des gaz riches en oxygène et produisent l'épuisement méthodique dont nous avons donné le principe. Il se dégage finalement, à la partie supérieure du faisceau tubulaire, de l'azote pratiquement pur, tandis que du liquide suroxygéné est continuellement soutiré à la partie inférieure.

Une deuxième étape reste à franchir. Au lieu d'air suroxygéné ayant une teneur volumétrique d'environ 47 °/₀, il faut obtenir de l'oxygène pratiquement pur. On y parvient grâce aux procédés de *rectification* calqués sur ceux qu'on emploie dans l'industrie de l'alcool.

Dans une colonne circulent : 1° de bas en haut, des vapeurs d'oxygène pratiquement pur; 2° de haut en bas, des liquides à forte proportion d'azote. Ceux-ci, plus froids, condensent l'oxygène et laissent échapper leur azote à l'état gazeux, suivant le processus que nous venons de développer à propos du retour en arrière.

L'appareil se compose d'une sorte de chaudière tubulaire à axe vertical; elle est prolongée à sa partie supérieure par un cylindre à plateaux du type de ceux que l'on emploie dans l'industrie de l'alcool. Les tubes verticaux de la chaudière baignent dans de l'oxygène liquide pratiquement pur. A l'intérieur des tubes, on fait arriver de l'air froid à la pression de 5 atmosphères. Comme nous l'avons expliqué plus haut, cet air se liquéfie en donnant, à la partie inférieure du faisceau, de l'air liquide suroxygéné et à la partie supérieure de l'azote gazeux pratiquement pur; celui-ci, ramené au travers de l'oxygène liquide, se liquéfie à son tour. Le liquide suroxygéné est envoyé, grâce à sa pression, se déverser d'une façon continue à la partie médiane de la colonne de rectification; l'azote liquide est déversé au sommet de la colonne. L'oxygène vaporisé dans la chambre tubulaire, grâce à la condensation de l'air à l'intérieur des tubes, rencontre donc dans la colonne de rectification des liquides de plus en plus riches en azote. Il

retombe ainsi dans la chaudière de l'oxygène liquide pratiquement pur, tandis que de l'azote pur se dégage à la partie supérieure de la colonne de rectification. La quantité d'oxygène liquide qui retombe dans la chaudière est supérieure à celle qui se vaporise en montant dans la colonne de rectification. L'excédent d'oxygène est évacué et dirigé, au travers d'un échangeur de températures, vers les gazomètres ou les appareils d'utilisation.

Tel est le principe de la méthode Claude pour la production de l'oxygène et de l'azote pratiquement purs. La méthode de Linde n'en diffère que par quelques détails. L'usine Bardot, qui fonctionne à Aubervilliers suivant la méthode Linde, produit actuellement 50 mètres cubes d'oxygène à l'heure.

Quant à la Société de l'Air liquide, qui utilise les procédés Claude, elle a mis en fonctionnement des appareils capables de donner 100 mètres cubes d'oxygène à l'heure. Le rendement est d'environ 1 *mètre cube d'oxygène pur par cheval-heure effectif* sur l'arbre du compresseur pour les appareils de 50 mètres cubes, et de 1,19 *mètre cube* pour ceux de 100.

La méthode du retour en arrière a, en outre, permis à M. Claude d'extraire de l'air atmosphérique les gaz rares tels que le néon et l'hélium. Le dispositif permet de recueillir, comme sous-produit de la fabrication industrielle de l'oxygène et de l'azote, un mélange d'azote et d'au moins 50 °/₀ de néon, d'hélium et d'hydrogène. Pour cela, les résidus gazeux très rebelles à la liquéfaction sont amenés, dans la proportion de 6.000 litres à l'heure pour un débit d'air de 3.500 mètres cubes, à la partie inférieure d'un système tubulaire refroidi par de l'azote liquide. Sous l'effet simultané de la pression de 4 atmosphères et de la température très basse, la condensation de toutes les parties liquéfiables se produit; et le résidu gazeux est constitué, si le débit est bien réglé, par un mélange presque pur de néon et d'hélium.

La liquéfaction de l'air ne constitue pas la dernière étape parcourue par les savants dans la solution du problème de la liquéfaction des gaz.

L'hélium, qui avait résisté aux efforts de tous les physiciens, a cependant pu être liquéfié par M. Kammerlingh Onnes, dans ce Laboratoire cryogène de Leyde[1], dont l'installation permet d'obtenir toute la gamme des températures depuis 0° jusqu'à — 253°. En refroidissant de l'hélium au moyen d'hydrogène bouillant dans le vide, et en détendant brusquement le gaz comprimé à 100 atmosphères, le savant hollandais a obtenu un liquide transparent et incolore, bouillant à — 269°, de densité 0,154. Les constantes critiques de l'hélium paraissent voisines de — 268° et de 3 atmosphères.

Grâce à l'admirable outillage scientifique du Laboratoire de Leyde, M. Jean Becquerel a pu étudier aux très basses températures les phénomènes d'absorption et d'émission de la lumière, ainsi que les phénomènes magnéto-optiques dans les cristaux et les solutions solidifiées.

Le travail si important de M. Becquerel porte sur les points suivants :

1° Observation de l'influence des variations de température sur les phénomènes d'absorption et de dispersion anormales. Lois de la variation de largeur des bandes; existence pour chaque bande d'un maximum d'absorption. Calcul du nombre des corpuscules produisant l'absorption. Analyse spectrale aux basses températures;

2° Etude, dans les cristaux et les solutions, d'un phénomène de même nature que l'effet Zeeman. Invariabilité, lorsque la température varie, des changements de période produits par le magnétisme. Observation aux très basses températures de phénomènes montrant la variation de stabilité des système vibrants, lorsque leur période est modifiée;

3° Polarisation rotatoire magnétique aux basses températures. Explication des rotations dans le voisinage des bandes d'absorption.

Généralisation du phénomène de la polarisation rotatoire magnétique. Extension du phénomène aux cristaux biaxes. Liaison produite par le champ magnétique entre deux vibrations principales normales aux lignes de force. Preuve expérimentale de l'existence, dans un corps soumis à un champ normal au faisceau lumineux, d'une composante longitudinale de la force électrique.

Comme l'a si bien montré M. d'Arsonval dans sa Conférence de clôture du Congrès, l'étude de ces phénomènes fournit des données nouvelles sur la nature, les mouvements et le nombre des électrons qui produisent l'absorption; elle contribue à étendre nos connaissances sur la constitution de la matière.

L'étude du phénomène de la saturation magnétique aux basses températures permet de déterminer, comme l'a fait remarquer M. Pierre Weiss, le moment magnétique de la molécule[1]. Or, cette donnée est fondamentale dans l'expression de la loi des états correspondants magnétiques, loi analogue à la loi du même nom qui préside à la compressibilité et à la dilatation des corps.

Les études si importantes des modifications moléculaires des corps sont rendues possibles par la propriété bien connue de l'accroissement de la conductibilité électrique quand la température s'abaisse.

[1] Mathias : Le Laboratoire cryogène de Leyde. *Revue générale des Sciences*, t. VII, 1896, p. 381.

[1] P. Weiss : L'hypothèse du champ moléculaire et la propriété ferro-magnétique. *Revue générale des Sciences*, 15 février 1908.

La création de champs magnétiques puissants, au moyen de simples bobines refroidies et parcourues par des courants très intenses, permet d'atteindre l'atome, de le transformer et de modifier ses mouvements. C'est pourquoi la 1re Section du Congrès a adopté les vœux suivants qui ont été présentés par MM. Jean Perrin, Mathias et Kammerlingh Onnes :

A. Étant données l'importance extrême qui s'attacherait à la modification des atomes, et la possibilité d'y arriver par un champ magnétique intense (possibilité que le phénomène de Zeeman démontre déjà), le Congrès émet le vœu que les nations s'unissent pour la réalisation d'un grand électro-aimant sans fer dont une forte réfrigération augmenterait l'efficacité;

B. Étant donnés l'admirable outillage scientifique du Laboratoire cryogène de Leyde et l'accueil gracieux fait antérieurement par M. le professeur K. Onnes aux travailleurs de toutes les nations;

Les physiciens présents à la 1re Section du Congrès du Froid expriment le vœu :

Que les Pouvoirs publics des États représentés au Congrès donnent des facilités pécuniaires pour permettre aux physiciens de poursuivre au Laboratoire cryogène de Leyde des travaux relatifs aux propriétés physiques des corps aux très basses températures.

C. 1° Le Congrès émet le vœu qu'on fonde une Association internationale pour favoriser les études scientifiques et autres, association ayant son centre à Paris et qui, tout en fortifiant les centres de travail déjà spécialisés, poursuivrait l'étude du domaine entier du froid.

2° Etant donné l'intérêt capital qui s'attache à la poursuite et à la coordination des travaux scientifiques dans le domaine des basses températures, le Congrès émet le vœu que le Bureau de la Section A soit chargé de poursuivre la constitution d'une Association permanente internationale, en vue de l'étude de toutes les questions scientifiques relatives aux basses températures.

II. — Matériel frigorifique.

Dans les entrepôts où l'on conserve actuellement par le froid les denrées alimentaires, les basses températures sont obtenues par la vaporisation des gaz liquéfiés suivants : ammoniaque, anhydride sulfureux, anhydride carbonique, chlorure de méthyle. Le passage de l'agent frigorifique de l'état de vapeur à l'état de liquide peut se faire :

a) Soit par l'intermédiaire d'une pompe de compression (Machines à compression);

b) Soit par l'intermédiaire d'un dissolvant, tel que l'eau (Machines à absorption).

Dans les machines à compression, qui sont actuellement les plus répandues dans l'industrie frigorifique, le gaz liquéfié dans le condenseur ou liquéfacteur passe, par un robinet régleur, dans le réfrigérant ou évaporateur. Il est alors réduit en vapeurs par la pompe, qui aspire ces vapeurs, les comprime et les fait passer à l'état liquide dans le condenseur.

Dans les machines à absorption, il existe aussi un liquéfacteur en relation avec le réfrigérant par un robinet de réglage. Mais le compresseur, pompe aspirante et foulante, est remplacé :

a) D'une part, par un absorbeur dans lequel les vapeurs venant du réfrigérant, en fait ici les vapeurs d'ammoniaque, se dissolvent dans l'eau;

b) D'autre part, par une chaudière dans laquelle la dissolution ammoniacale chauffée émet des vapeurs d'ammoniaque; celles-ci vont se condenser de nouveau dans le liquéfacteur.

L'effet utile d'une telle machine, ou sa *puissance frigorifique*, est égal à la quantité de chaleur *absorbée au réfrigérant pendant un temps déterminé*, ou, comme on dit quelquefois, à la quantité de froid *dégagée dans ce réfrigérant pendant le même temps.*

Comme l'a fait remarquer M. Barrier, cette puissance varie dans des limites étendues avec les températures de l'agent frigorifique au condenseur et au réfrigérant. La définition de ces températures permet seule de comparer exactement les offres de machines faites par les divers constructeurs et d'éviter toute contestation dans les contrats et échanges commerciaux.

D'autre part, les différents pays adoptent des unités différentes pour exprimer cette puissance frigorifique. En France et en Allemagne, on exprime la puissance frigorifique par le nombre de calories-kilogrammes absorbées ou de frigories-kilogrammes (calories négatives) dégagées pendant une heure. En Angleterre et aux États-Unis, on considère de préférence la puissance frigorifique par journée de vingt-quatre heures et on l'exprime en tonnes frigorifiques : mais la tonne frigorifique anglaise vaut 81.300 frigories-kilogrammes, tandis que la tonne frigorifique des États-Unis ne vaut que 72.600 frigories-kilogrammes. Enfin, aux États-Unis, les architectes et les ingénieurs-conseils expriment souvent les puissances frigorifiques des machines en gallons-degrés par minute, la température du réfrigérant étant égale à 10 Fah. (— 23°,3); une telle unité vaut 110,26 frigories-heure.

Il serait très utile d'adopter, pour la puissance frigorifique et pour les diverses grandeurs que l'on doit considérer dans l'industrie du froid, un système d'unités parfaitement coordonné, comme cela a lieu dans l'industrie électrique.

M. Maurice Leblanc avait déposé dans ce sens un Rapport très étudié. Mais, en présence de l'opposition des congressistes de langue anglaise, la question n'a pas semblé mûre, et la Section II a émis le vœu :

Qu'une Commission scientifique internationale, composée de théoriciens et de praticiens spécialistes du froid, soit chargée de définir les grandeurs, unités et notations applicables à l'industrie frigorifique, lesquelles seraient présentées au prochain Congrès.

C'est à cette Commission qu'a été renvoyée la proposition de M. Kammerlingh Onnes de donner le nom de *Carnot* à l'unité d'entropie.

Cette même Commission a été également chargée de fixer les températures du condenseur et du réfrigérant qui seront adoptées pour définir la puissance frigorifique d'une machine. La Section II n'a pu émettre que le vœu suivant :

Que la puissance normale d'une machine frigorifique soit définie par le nombre d'unités thermiques qu'elle peut produire en une heure pour des températures données du gaz au condenseur et au réfrigérant, le choix desdites températures et unités thermiques étant laissé à l'examen de la Commission internationale chargée de la définition des unités.

Comme complément à ces vœux, il serait également désirable d'unifier les méthodes d'essai des machines frigorifiques. C'est pourquoi le vœu suivant a été adopté par la Section II :

Que soit mise à l'étude, pour une entente internationale, l'élaboration de méthodes d'essai des machines frigorifiques, simples, pratiques et uniformes, basées sur l'emploi des unités définies par la Commission internationale et s'appliquant aux diverses catégories de machines et aux différents cas d'installation de l'industrie frigorifique.

Les chambres d'un entrepôt frigorifique peuvent être refroidies par diverses méthodes. Dans les abattoirs, l'une des plus employées consiste à envoyer de l'air froid et sec dans les salles de conservation. Cet air est porté à basse température et suffisamment desséché, soit par passage au travers d'une dissolution saline froide (frigorifère à ruissellement), soit par circulation au contact d'un serpentin jouant le rôle de réfrigérant (frigorifère sec). Le choix d'un tel frigorifère est, comme l'a fait remarquer M. Barrier, une question d'espèce. Même dans le cas de conservation de viandes, le cas est différent suivant qu'il s'agit de viandes congelées, pour ainsi dire immunisées, ou de viandes réfrigérées (portées à des températures de 0 à 4° C.), plus particulièrement sensibles à l'action des germes nocifs. Il en est de même s'il s'agit d'entrepôts militaires, où les viandes ne sont sorties que pour être mises en consommation, où les chambres restent fermées jusqu'à ce moment ; ou bien d'entrepôts commerciaux, où les viandes sont sorties ou rentrées journellement plus ou moins éventées et où les entrées fréquentes de personnel apportent des miasmes et des impuretés. Dans ce dernier cas, les frigorifères à ruissellement paraissent préférables pour le lavage et l'asepsie de l'air des chambres ; dans le premier cas, au contraire, les frigorifères secs présentent, en raison de leur moindre complication et de la suppression de la concentration du bain, de réels avantages.

Il ne suffit pas de produire du froid, il faut encore le conserver. A ce titre, l'isolement calorifique doit être considéré comme une question de première importance dans la construction d'un entrepôt frigorifique. La bonne conservation des denrées exige, en effet, que la température des chambres d'emmagasinage soit aussi constante que possible. Aussi la question des isolants a-t-elle attiré plus particulièrement l'attention du Congrès.

Un bon isolant calorifique doit remplir les conditions suivantes :

1° *Il doit être très mauvais conducteur de la chaleur.* Si une couche peu épaisse de l'isolant suffit pour obtenir un bon isolement, il en résulte une économie d'espace et une économie de matière à mettre en œuvre pour arriver à ce résultat ;

2° *Il doit avoir un faible poids spécifique.* Cette condition est importante pour les installations d'isolement à bord des navires. Son importance n'est pas moins grande pour les entrepôts frigorifiques, à cause de la réduction des frais de transport jusqu'à pied d'œuvre et de la possibilité de faire des économies sur les dépenses de construction en édifiant des bâtiments plus légers ;

3° *L'isolant doit être exempt d'odeur et ne doit pas être putrescible, même quand il est humide.* Cette condition est capitale pour les isolants employés dans la construction des entrepôts frigorifiques destinés à la conservation des matières alimentaires ; celles-ci, en effet, absorbent très facilement les mauvaises odeurs provenant de la fermentation des isolants et deviennent impropres à la consommation.

Aussi doit-on rejeter les substances telles que la balle de riz, la paille hachée, la balle d'avoine, les agglomérés de liège faits avec des substances fermentescibles comme la caséine ;

4° *L'isolant doit absorber autant que possible les mauvaises odeurs* qui peuvent se dégager dans les chambres frigorifiques de conservation et les rendre moins nuisibles. A ce point de vue, la tourbe peut rendre parfois de grands services ;

5° *L'isolant ne doit pas être hygroscopique.* Il ne doit pas absorber et retenir l'humidité, suscep-

tible de lui faire perdre ses propriétés mauvaises conductrices.

Tel est le cas de la laine minérale, sorte de verre filé provenant des scories des hauts fourneaux;

6° *Quand*, par suite de certaines circonstances (rupture d'un tuyau d'eau, etc.), *un isolant est mouillé, il doit pouvoir se sécher facilement* et retrouver après cette opération ses propriétés mauvaises conductrices;

7° *Les substances isolantes ne doivent pas attirer les parasites* (souris, rats, etc.), *ni offrir aux microbes un bon terrain de culture*;

8° *Les substances isolantes doivent être incombustibles ou tout au moins ne pas propager la combustion commencée en un point de la masse.* Un certain nombre d'agglomérés de liège possèdent cette propriété : tels sont les agglomérés au brai. M. Brüll a présenté au Congrès divers types d'agglomérés de liège complètement ignifugés;

9° Une fois mises en place dans les bourrages qui constituent les matelas isolants soit à l'extérieur, soit à l'intérieur des murs, *les substances isolantes ne doivent pas se tasser et produire ainsi dans l'isolement des solutions de continuité.* Les divers charbons de bois désignés sous le nom de charcoal présentent cet inconvénient, quand ils sont employés sans précautions spéciales;

10° *Les substances isolantes ne doivent pas attaquer les parties en bois, en fer ou en maçonnerie qui sont en contact avec elles*;

11° *Les substances isolantes doivent présenter les plus grandes facilités pour le façonnage et l'application contre les parois des chambres froides. Elles doivent présenter une certaine résistance à la flexion et à l'écrasement*;

12° *L'isolant ne doit pas perdre ses qualités avec le temps.*

Il est assez difficile de trouver un isolant qui réunisse toutes ces qualités. Cependant le liège, soit en grains, soit en agglomérés, est actuellement le plus employé dans l'industrie frigorifique. M. Pasquay a indiqué au Congrès que les déchets de soie bien protégés par une enveloppe imperméable constituent un excellent isolant.

La connaissance du coefficient de conductibilité des isolants présente une grande importance au point de vue de l'épaisseur que l'on doit donner dans les chambres froides aux revêtements calorifuges capables d'abaisser les pertes de froid jusqu'à une certaine limite.

Diverses méthodes ont été proposées. Dans les unes, on maintient les deux faces d'une plaque à des températures constantes et on mesure la quantité de chaleur qui traverse la plaque dans un temps déterminé; cette mesure se fait bien en pesant la masse de glace fondue. C'est en principe la méthode bien connue en Physique sous le nom de méthode du mur. Il faut toutefois remarquer que ceux qui l'ont employée ne se sont pas mis en garde contre les déperditions de chaleur par les bords des plaques expérimentées; ils n'ont pas utilisé la méthode de l'anneau de garde sous la forme que lui a donnée M. Berget.

Les autres méthodes de mesure de la conductibilité dérivent de la méthode de Forbes. Celle-ci consiste à chauffer à une de ses extrémités une barre mince et longue de la matière à essayer. Lorsque le régime permanent est établi, on observe les températures à différents points de la barre, et les formules de Fourier permettent de calculer le coefficient de conductibilité lorsqu'on connaît celui d'émission; ce dernier peut être celui d'un enduit ou d'une couche très mince de métal dont la barre a été préalablement enduite.

Une variante de la méthode de Forbes est celle de la barre sectionnée due à Lodge. La barre est composée de trois sections; la première et la troisième sont un métal dont on connaît déjà le coefficient de conductibilité; la seconde est formée avec la matière à essayer. On chauffe le bout de la première section et on observe la marche des températures dans chaque section lorsque le régime est établi. La formule générale du mouvement uniforme de la chaleur dans une barre allongée permet de calculer le coefficient de conductibilité de la matière qui constitue la section du milieu.

C'est cette méthode que M. Desvignes a employée pour déterminer les coefficients de conductibilité de quelques isolants; il en a établi la technique sous une forme facilement applicable à l'industrie frigorifique.

Voici quelques-uns des coefficients de conductibilité obtenus par cette méthode:

Coefficients de conductibilité.

	CALORIES par mètre, heure et degré —
Liège	0,05 à 0,014
Liège granulé	0,068
Liège aggloméré avec de la caséine	0,069
— avec de la poix inodore	0,087
— avec du silicate de soude	0,067
— avec de la terre d'infusoires et calciné	0,089

Comme le fait remarquer M. Desvignes, il serait toutefois peu prudent de prendre ces chiffres comme base d'un calcul de déperdition d'un entrepôt frigorifique. En effet, les échantillons qui ont servi aux essais étaient généralement des produits de choix et parfaitement secs. Il convient de majorer les coefficients de conductibilité donnés d'un pourcentage qui ne devrait pas être inférieur à 20 %. Dans l'application de certains produits, il

faut aussi tenir compte du mode de liaison. Ainsi, dans une cloison en briques de liège posée au mortier de ciment, où les joints représentent, pour une exécution très soignée, le 15 % environ du volume total, le coefficient de conductibilité de la brique même, rapporté à la surface totale de la cloison, doit être presque doublé.

Ces restrictions montrent combien est délicate cette question du calcul, même approché, du réchauffement, dans un temps donné, par les parois d'un frigorifique. Aussi la 2e Section a-t-elle réservé cette question et émis les vœux suivants :

1° Des études et expériences seraient à entreprendre, dans les écoles ou laboratoires techniques, avec les appareils connus ou qui pourraient être ultérieurement proposés, pour déterminer les constantes spécifiques de divers isolants pratiquement utilisables dans l'industrie du froid.

2° Les caractéristiques et constantes à déterminer seraient les suivantes, en tenant compte chaque fois du degré d'humidité :

La densité d'emploi;
Le coefficient de conductibilité;
La résistance à la flexion;
La résistance à l'écrasement;
Le pouvoir hydrofuge;
Le pouvoir absorbant des odeurs;
L'incombustibilité.

Ces constantes devraient être déterminées dans les conditions de température et d'épaisseur applicables à l'industrie du froid.

3° La 2e Section attire spécialement l'attention sur l'étude de la conductibilité en fonction des températures, de l'épaisseur, du degré d'humidité et des autres causes pouvant influer sur cette conductibilité, par exemple le sectionnement d'une même matière, nécessaire pour assurer un isolement donné.

4° La Section demande que le Bureau International des Congrès Frigorifiques, dont la création est projetée, constitue une Commission internationale chargée de procéder à l'étude des moyens d'essai et de centraliser, en vue de la fixation de méthodes uniformes et de l'obtention de résultats comparables, les recherches pour lesquelles toute latitude est, d'ailleurs, laissée aux investigateurs.

5° Il y a intérêt à mettre la question de l'uniformisation des dites méthodes à l'ordre du jour du prochain Congrès, si les recherches dont il s'agit sont assez avancées.

L'enseignement officiel a un peu négligé jusqu'ici l'industrie frigorifique. Le développement actuel de cette industrie nécessite de plus en plus la formation d'ingénieurs spécialistes. C'est pourquoi la 2e Section a émis les vœux suivants :

1° Que des enseignements théoriques et professionnels appliqués aux diverses branches actuelles de l'industrie du froid, et dirigés vers de nouvelles applications, soient institués auprès des laboratoires et écoles supérieures techniques de tous les pays, et complétés, sous la direction de spécialistes, par l'étude pratique et détaillée d'établissements frigorifiques importants et l'expérimentation raisonnée des machines qu'ils comportent.

2° Qu'afin d'être pourvu de l'outillage scientifique et expérimental nécessaire et de pouvoir subvenir aux frais des expériences, cet enseignement soit subventionné par les Gouvernements, les municipalités, les chambres de commerce, les sociétés industrielles, les syndicats agricoles et toutes autres collectivités ou individualités s'intéressant à l'industrie du froid.

3° Que les travaux d'ordre général et les résultats des recherches de ces laboratoires et écoles, de même que ceux des associations d'ingénieurs et d'industriels s'occupant du froid, soient soumis au Bureau International permanent et centralisés par lui, afin qu'il puisse en publier périodiquement un index bibliographique, en coordonner et en tirer toutes les indications et conclusions utiles, qui seraient portées à l'examen du prochain Congrès du froid.

III. — La conservation des denrées périssables.

Nous savons maintenant produire le froid dans les entrepôts et l'y conserver; il resterait à étudier le mode de construction et d'agencement des chambres froides et les règles qui permettent d'y conserver les diverses sortes de denrées. Ces questions ont fait l'objet de nombreux Rapports et discussions, qu'il serait trop long de résumer ici. Nous nous contenterons d'indiquer quelques-unes des conclusions les plus importantes qui ont été adoptées.

L'air froid des chambres d'un entrepôt doit, autant que possible, ne pas circuler d'une chambre dans une chambre voisine, afin d'éviter que les odeurs de certains produits conservés ne viennent en altérer d'autres. En particulier, si le refroidissement de l'entrepôt se fait par frigorifères, il est indispensable d'avoir un frigorifère spécial pour chaque chambre ou chaque série de chambres destinées à la conservation d'un produit particulier.

Les denrées à conserver ne doivent pas passer brusquement de la température ordinaire à la température des chambres froides de conservation ou inversement; en d'autres termes, le refroidissement doit être progressif. C'est ainsi que, dans les abattoirs, la viande chaude, venant du hall d'abatage, est transportée au moyen d'un rail aérien dans une antichambre froide, à une température

de 7 à 8° C.; elle y subit, pendant vingt-quatre heures, un premier refroidissement, à la suite duquel elle est transportée dans les chambres dont l'air est maintenu à une température de 0° à 4° C. et à un état hygrométrique inférieur à 75 °/₀. Quant aux salaisons d'une part, à la manipulation des intestins, peaux, etc..., d'autre part, elles doivent se faire dans des chambres totalement séparées des chambres précédentes, uniquement destinées à la conservation de la viande fraîche.

La question de la conservation des produits horticoles est une des plus délicates de l'application du froid aux denrées alimentaires. Les pommes et les poires ont, aux États-Unis, été étudiées d'une manière particulière par M. G. H. Powell. Celui-ci a indiqué au Congrès des résultats de conservation qui démontrent, avec la plus grande netteté, l'influence de la mise en chambre froide des fruits fraîchement cueillis et de ceux qui sont restés à l'air pendant quelques jours. Il est nécessaire de placer les fruits sains dans le fruitier froid, aussitôt après la cueillette. Diverses circonstances influent d'ailleurs sur la conservation. Celle-ci est d'autant meilleure que le fruit provient d'un arbre plus âgé; il semble aussi que les sols sablonneux ne soient pas favorables à une bonne conservation.

Les fruits à pellicule épaisse se conservent d'ailleurs beaucoup mieux que les fruits à pelure fragile. La pêche est, en particulier, un des fruits les plus difficiles à conserver. Cependant, M. Loiseau, horticulteur à Montreuil, est parvenu à conserver ce fruit fragile durant plus d'un mois; selon lui, il faut surtout employer une température aussi constante que possible, ne variant que de 0° à + 1° C.

Parmi les nouvelles applications du froid qui ont été signalées, il convient de citer l'emploi du froid artificiel dans la fabrication de la paraffine et de la viscose.

Le pétrole brut contient généralement de 0,5 à 6 °/₀ de paraffine en dissolution. Pour obtenir cette matière, on amène par distillation le pétrole à un degré de concentration de 10 à 25 °/₀ de paraffine. Puis, en abaissant la température du liquide (huile paraffinée) à un degré qui varie, selon la qualité, de +16° à —18° C., on obtient de la paraffine sous forme de cristaux qu'on sépare de l'huile par filtrage sous pression. L'emploi des machines frigorifiques permet actuellement de traiter à la fois de grandes quantités de pétrole; c'est ainsi que l'usine de Pardubitz, en Bohême, possède des machines d'un million de frigories et produit annuellement pour environ 4 millions de paraffine.

La soie artificielle dite *viscose* est faite en filant par des filières très fines une solution épaisse de cellulose obtenue par des dissolvants alcalins et sulfo-alcalins (soude caustique et sulfure de carbone). Pour réussir la fabrication, il est nécessaire de laisser reposer la solution avant filage dans des caves refroidies artificiellement à +2° C. Ce repos dure un ou deux mois. La solution est alors suffisamment pure; décantée, elle peut être filée avec succès.

IV. — Les transports frigorifiques.

Enfin, la question du *transport des produits conservés par le froid* est une de celles qui préoccupent à juste titre les compagnies de transport, soit sur terre, soit sur mer.

Les wagons ou les trains frigorifiques appartiennent à plusieurs types :

1° Le *train-usine*, groupe de véhicules dans lequel l'un des wagons, inutilisé pour le chargement des marchandises, contient une véritable usine de production du froid et alimente les autres wagons, avec lesquels il est mis en communication par un tuyautage convenable. L'impossibilité où l'on se trouve de disloquer un tel train, en séparant les wagons les uns des autres, limite l'emploi des trains-usines à quelques rares applications pratiques. Ce système a été expérimenté en 1905 pour le transport des beurres russes de Sibérie (de Kourgane à Riga, à une vitesse moyenne de 15 à 16 kilomètres à l'heure); le coût de la réfrigération (température du beurre à 5°5 en moyenne) s'est élevé à 0 fr. 117 par jour et par kilog de beurre, sans tenir compte du prix du wagon-usine.

A ce type, il faut rattacher le wagon-usine russe du système Silitch. Il est à quatre essieux sur boggies et présente les caractéristiques suivantes : longueur, 8 mètres; largeur, 3 mètres; hauteur, 2^{m},65; capacité, 120 mètres cubes. Il est divisé en six compartiments : deux au centre renferment les appareils producteurs de froid et les quatre autres servent au chargement des marchandises.

2° On a remédié au manque d'élasticité des trains-usines en utilisant les *wagons réfrigérés* ou *isolants*. Le fonctionnement de ces wagons comporte, au point de départ, une installation composée d'une machine à produire le froid et d'un dispositif qui refoule, avant et après le chargement des produits, des bouffées d'air froid dans la caisse du véhicule; lorsque la température intérieure du wagon est descendue au degré voulu, on suspend l'envoi d'air froid et on ferme hermétiquement la caisse. Il existe à Springfield (Missouri) une installation capable de refroidir dans une même opération 40 wagons de bananes à 15° C.

On peut rapprocher de ce genre de wagons, ceux où la basse température est obtenue par le refroidissement préalable d'une saumure disposée dans des serpentins garnissant la voûte ou les parois du

wagon. Le wagon thermo-régulateur système Maksoutoff appartient à ce type; la solution saline, qui refroidit l'air jusqu'à + 5° C., doit être refroidie tous les deux jours, ce qui nécessite des stations frigorifiques tous les 500 ou 600 kilomètres.

3° A côté des wagons tributaires des trains-usines ou d'une installation fixe au point de départ, il y a les wagons autonomes, c'est-à-dire des véhicules renfermant en eux-mêmes les agents producteurs du froid. Ce sont les plus répandus en Europe et en Amérique.

Ils se divisent en deux grandes catégories :

a) Le *wagon à glace*;

b) Le *wagon à évaporation d'un gaz liquéfié*.

Dans le *wagon à glace*, la basse température est obtenue au moyen de glace disposée dans des bacs placés à la voûte (wagons de la Société des Magasins et Transports frigorifiques de France) ou le long des parois du wagon (wagons américains, wagon du chemin de fer Moscou-Kazan). On a presque généralement renoncé à fermer complètement la caisse à l'air extérieur ; les wagons glacières actuels sont, pour la plupart, pourvus d'un dispositif qui aspire l'air du dehors et l'envoie, après refroidissement au contact de la glace, renouveler l'atmosphère intérieure du véhicule. La capacité intérieure restant libre pour le chargement des marchandises; est environ de 30 à 40 mètres cubes, permettant d'atteindre un chargement de 6 à 10 tonnes suivant la nature des produits. Avec une consommation de glace de 400 kilogs en moyenne par vingt-quatre heures, on obtient une température oscillant entre + 8° et + 4°, mais dont le degré hygrométrique est élevé.

Les *wagons à évaporation d'un gaz liquéfié* (en fait ici d'ammoniaque) portent à l'extérieur deux récipients cylindriques d'ammoniaque liquide; ce fluide est envoyé au moyen de robinets de régulation dans des serpentins disposés aux deux extrémités intérieures du wagon. L'ammoniaque passe à l'état gazeux en absorbant de la chaleur. Le gaz ammoniac produit se dissout dans de l'eau contenue dans un récipient placé sous le wagon. Un wagon de ce système a été expérimenté en 1905 pour le transport des beurres de Sibérie. Le coût de la réfrigération, pour du beurre maintenu à la température moyenne de 4° à 5° C., s'est élevé approximativement à 0 fr. 068 par jour et par kilog de beurre.

Dans des wagons-glacières de divers types expérimentés par la même Commission russe, le coût de la réfrigération, tous frais compris (consommation et chargement de la glace, installation des dépôts de glace, aménagement des wagons) est monté à 0 fr. 009 par jour et par kilog de beurre.

Comme le montre l'exposé succinct que nous venons de faire, le premier Congrès international du Froid a examiné avec soin la plupart des problèmes scientifiques et techniques que pose l'industrie frigorifique. S'il a résolu quelques-unes de ces questions, il a, sous forme de vœux, signalé un très grand nombre d'autres, qui n'ont reçu jusqu'ici que des solutions incomplètes. Le prochain Congrès international, qui se tiendra à Vienne en 1910, ne sera pas inférieur à celui de Paris et nous apportera, espérons-le, dans le domaine scientifique, des notions précises sur les propriétés des corps soumis aux très basses températures; dans le domaine technique, l'uniformisation des unités de mesure et des méthodes d'essai des machines et des isolants.

L. Marchis,
Professeur de Physique générale
à la Faculté des Sciences de Bordeaux.

LE PROBLÈME DU GÉOTROPISME ET LA THÉORIE DES STATOLITHES

Si l'on en juge par le nombre et l'importance des Mémoires parus au cours des dernières années sur le géotropisme, il n'est pas de question qui ait davantage intéressé les botanistes, point de problème dont la solution ait été poursuivie avec plus d'acharnement et d'ingéniosité. Nous allons entreprendre de résumer les principales recherches auxquelles ce phénomène a donné lieu.

I

Des expériences que nous sommes obligé de rappeler tout d'abord, à cause de leur étroite connexion avec les plus récents travaux, tendaient à faire croire que la plante possède une faculté qui nous manque, un véritable sens de la pesanteur. Mais, aujourd'hui, ce prétendu sens qu'on accordait aux racines et aux tiges paraît n'être rien de plus qu'une réaction au contact. De telle manière que si, comme tout porte à le croire, les nouvelles théories sont exactes, une fois encore sera mise en évidence l'admirable unité de moyens qui se cache sous la diversité des formes de la vie.

Les tiges des plantes et les troncs des arbres se dirigent naturellement vers le haut; au contraire, les racines principales tendent vers le centre du

globe : tels sont les deux faits essentiels dont on a eu tant de peine à donner une interprétation plausible.

Et d'abord l'accoutumance a longtemps empêché de voir un problème dans une propriété si nécessaire à la vie du végétal. Comme on l'a fait observer avec beaucoup de justesse, seul un esprit particulièrement apte à la recherche scientifique pouvait, dans ce cas comme dans celui de la gravitation, se demander quelle était la cause d'un phénomène aussi commun. Cette gloire, paraît-il, appartient à Dodart. Vers 1700, il sut s'étonner du géotropisme.

Partout, au sortir de la graine, la tigelle et la radicule effectuent leur croissance suivant des directions opposées, et (ce que le hasard du semis occasionne, sans aucun doute, bien souvent), quand même la tigelle se trouverait sortir vers le bas et la radicule vers le haut, ces deux membres de la plante, sans qu'on sache ce qui les guide, se courbent et finissent par prendre la position qui seule leur convient. Écartés de force de la verticale, ils y reviennent dès qu'ils le peuvent, et chacun dans un sens déterminé.

Au XVIIIe siècle, Duhamel montra qu'il ne faut pas chercher la cause de ce phénomène dans l'influence de l'air, du sol, de l'humidité ou de la lumière. Et, en 1806, Knight réussit à prouver, par une expérience géniale, que c'est bien la pesanteur qui donne aux plantes leur direction. A la périphérie d'une roue verticale animée d'un mouvement assez rapide, il fixa dans les positions les plus diverses des graines en train de germer : par ce moyen, tantôt l'un, tantôt l'autre côté de la plante regardait le sol ; l'influence de la pesanteur se trouvait annulée. Le résultat fut que les tiges se dirigèrent toutes vers le centre de la roue et que les racines s'en éloignèrent en ligne droite, réagissant à la force centrifuge de la même manière qu'à la pesanteur. Knight fit ensuite tourner, cette fois horizontalement, la même roue : racines et tiges se dirigèrent encore en sens opposés suivant les rayons ; ici l'action de la pesanteur n'était pas supprimée, mais, en se combinant avec celle de la force centrifuge, donnait une inclinaison par rapport à l'horizontale, variable avec la vitesse de rotation. La preuve était faite : racines et tiges sont bien, en sens inverse, guidées par la pesanteur.

II

Pendant quelque temps, on crut que ces manifestations géotropiques sont dues à des causes différentes : la racine n'aurait obéi qu'à son propre poids, tandis que la tige se serait manifestée « active » en se dirigeant vers le haut. Mais la première hypothèse dut être abandonnée, Johnson ayant montré, en 1828, que la racine peut soulever, en se courbant vers le sol, un poids supérieur au sien, et Pinot, l'année suivante, qu'elle est aussi capable de pénétrer dans le mercure, triomphant d'une poussée considérable. La racine ne se comporte donc pas comme un simple fil à plomb, et la pesanteur, agissant sur elle, n'est qu'un stimulus et donne seulement l'impulsion première d'après laquelle l'organe, grâce à son énergie interne, effectue ses mouvements.

Pour interpréter alors la différence d'allure de la tige et de la racine dans des conditions analogues, on dut faire appel à l'irritabilité. Car il fallait aussi expliquer pourquoi les racines secondaires qui naissent sur la racine principale, malgré l'identité de structure anatomique, ne réagissent pas comme elle et poussent obliquement, si bien que lorsqu'on retourne la plante, elles se courbent de manière à retrouver leur ancienne direction. Et, à leur tour, ces racines secondaires n'émettent-elles pas des ramifications, de structure identique à la leur, qui croissent dans tous les sens et semblent se jouer de la gravité? Le même problème se posait dans les mêmes termes pour les branches et les rameaux. Enfin, on savait que, si l'on enlève la racine principale, une des racines secondaires restantes prend sa place et pousse verticalement ; les radicelles tertiaires deviennent alors sensibles à la pesanteur et se placent comme de véritables racines secondaires.

Comment rendre compte de ces phénomènes sans invoquer une sensibilité spéciale, laquelle paraît indispensable aussi pour expliquer cette observation : une plante, maintenue horizontalement, redresse bientôt sa tige, mais le but est dépassé de 20 à 30° ; alors une nouvelle excitation, inverse de la première, semble se produire, et c'est par une série de corrections analogues que la position définitive est atteinte.

L'idée de réponse à un stimulus s'imposa avec encore plus de force quand Cisielski en 1872, Charles et Francis Darwin quelques années plus tard, eurent montré que, si l'on enlève les deux derniers millimètres de sa pointe, la radicule d'un germe placée alors horizontalement ne se courbe plus vers le sol, bien qu'elle continue de croître avec vigueur. Pourtant, l'on a respecté la région de plus forte croissance, qui se trouve à partir du troisième millimètre, et où, sur des racines intactes, la courbure s'effectue toujours. La régénération de la pointe est accomplie au bout de quarante-huit heures : à ce moment, le géotropisme reparaît.

Il était naturel de conclure, avec Charles et Francis Darwin, que l'endroit où l'excitation de la pesanteur est reçue n'est pas le même que celui où elle produit son effet moteur. Mais on objecta que la

perte du géotropisme pouvait être causée par les troubles consécutifs à la mutilation. La difficulté était sérieuse si l'on raisonnait par analogie. En 1892, en effet, Rothert[1] avait fait voir d'abord que les cotylédons de l'Avoine, sensibles à la lumière spécialement à leur extrémité, le sont dans toute leur étendue (car, même si leur pointe est enveloppée d'un corps opaque, il se produit une courbure); ensuite, que, si l'on coupe tant soit peu de sa région terminale, le cotylédon cesse d'être excitable par la lumière et ne le redevient qu'après un ou deux jours. L'héliotropisme peut donc être affecté par une mutilation. N'en est-il pas de même pour le géotropisme?

III

Il semblait dès lors très difficile, sinon impossible, de reconnaître comment se répartit la sensibilité géotropique le long de la racine. Pourtant Czapek[2] imagina de faire pousser des racines intactes dans de petits tubes fermés à une extrémité et coudés à angle droit, de telle sorte que les deux derniers millimètres fussent toujours perpendiculaires au reste de l'organe (fig. 1). Et, pour soustraire celui-ci à toute action de la pesanteur pendant qu'il s'enfonçait dans le tube, on le fixait à la périphérie d'une roue verticale tournant très lentement, appareil que Sachs a appelé clinostat et qui a pour effet de présenter au sol à tour de rôle deux côtés opposés de la plante, par suite d'annuler l'action de la pesanteur sans produire de force centrifuge appréciable.

Fig. 1. — *Dispositif de Czapek pour l'étude du géotropisme des racines.*

Lorsque la racine a atteint le fond du tube, on détache ce dernier du clinostat, et, quand on le fixe de telle sorte que l'extrémité fermée soit verticale, aucune courbure géotropique ne se produit dans la région de croissance; pour toutes les autres positions, la courbure apparaît bientôt. Cette expérience tendrait à prouver que, si la pointe extrême de la racine n'est pas, comme on l'a trop dit peut-être, l'organe exclusif de la sensibilité géotropique, elle en est au moins le siège principal.

Il est vrai que Wachtel[1], en reprenant les expériences de Czapek, obtint des résultats négatifs; mais ce dernier, discutant la technique de son contradicteur, y montra quelques fautes. Néanmoins, le doute était encore possible lorsque Francis Darwin[2] modifia le dispositif des expériences dont nous venons de parler. Il pensa qu'en maintenant dans une direction horizontale, à l'aide d'un tube de verre, la pointe de la racine, ou les cotylédons qui, pour les tigelles de certaines plantes comme la *Setaria* et le Sorgho, sont l'organe sensible à la pesanteur, le stimulus, se continuant, donnerait des courbures qui ne cesseraient de se poursuivre.

L'expérience prouva la justesse de cette idée[3]; de plus, lorsque le tube était vertical, il ne se produisait aucune tendance à la courbure, ce qui montre bien que, dans le premier cas, la pression exercée par les parois du tube de verre n'était pas la cause du mouvement, puisque la verticalité ne modifie en rien cette pression.

IV

Enfin, Auguste Piccard[4], de Bâle, sut trouver en 1904, pour la solution du même problème, une méthode de grande originalité. Il est clair, dit-il, que, si l'on pouvait faire agir la pesanteur en deux sens opposés sur la pointe et la zone de croissance d'une racine qui a poussé en ligne droite, on serait vite renseigné, par la direction de la courbure; sur la manière dont se répartit la sensibilité géotropique aux différents points de l'organe étudié. Malheureusement, la chose est impossible. Toutefois, avec la force centrifuge, on peut tourner la difficulté. Une radicule est rendue solidaire d'un axe horizontal (fig. 2) avec lequel elle fait un angle de 45°, de telle sorte que le prolongement géométrique de l'axe vienne passer à 1, 1 1/2 ou 2 millimètres de la pointe. Quand il y a rotation, la force centrifuge s'exerce sur cette racine en des sens

[1] Ueber die Fortpflanzung des heliotropischen Reizes. *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft*, 1892, pp. 374-390. — Consultez surtout : Über Heliotropismus (*Cohn's Beiträge zur Biologie der Pflanzen*, 1894, t. VII, fasc. I, pp. 1-212, en particulier à partir de la page 196), et : Die Streitfrage über die Function der Wurzelspitze. *Flora*, 1894; *Ergänzungsband*, pp. 179-218.

[2] Untersuchungen über Geotropismus. *Jahrbücher für Wissenschaftliche Botanik*, 1895, t. XXVII, pp. 243-338. — Voir surtout le paragraphe B de la première partie du mémoire : pp. 255-263.

[1] Les expériences de Wachtel ont paru en russe. *Berichte der neuruss. Gesellsch. der Naturf. in Odessa*, t. XXIII, 1899. Rothert les a résumées dans la *Botanische Zeitung*, 1899, n° 15. Elles sont aussi résumées dans le travail critique de Czapek : Ueber den Nachweis der geotropischen Sensibilität der Wurzelspitze. *Jahrbücher*, 1900; t. XXXV, pp. 313-364.

[2] Preliminary note on the function of the root tip in relation to geotropism. *Proceedings of the Cambridge Philosophical Society*, t. XI, 1901.

[3] Comme le poids des organes situés à l'extérieur du tube courbait la plante vers le bas et masquait la réaction, H. Darwin avait imaginé un appareil où cette influence était exactement compensée.

[4] Neue Versuche über die geotropische Sensibilität der Wurzelspitze. *Jahrbücher*, 1904, t. XL, pp. 94-102.

opposés de part et d'autre du prolongement de l'axe. Si c'est la pointe qui est l'organe sensible, la courbure provoquée par elle augmentera l'angle primitif de 45°; si c'est la région de croissance, cet angle, au contraire, sera réduit.

Les expériences de Piccard le conduisirent à admettre que la zone de courbure est sensible à la pesanteur au moins autant que la pointe. (Il faisait tourner des radicules de *Vicia faba* pendant une heure environ, à raison de 20 à 40 tours par seconde, puis les plaçait au clinostat.)

En 1906 et 1907, Haberlandt[1] reprit ces expériences avec un appareil beaucoup moins défectueux. La vitesse de rotation n'était plus que de 5 à 20 tours par seconde, ce qui évitait la production possible de courbures passives, dues à l'influence purement mécanique de la force centrifuge. Celle-ci, on le sait, croît avec la distance à l'axe de rotation. Haberlandt a donc remarqué qu'elle est plus con-

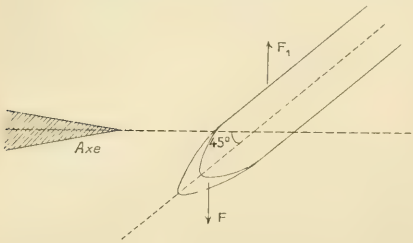


Fig. 2. — *Dispositif de Piccard pour l'étude du géotropisme des racines.*

sidérable sur la zone de courbure que sur la pointe très voisine de l'axe, et que, dans le cas où les deux régions seraient sensibles, quand même la pointe se trouverait l'être davantage, cette inégalité, capable de modifier les résultats, pourrait induire en erreur. Il a constaté, chez les espèces *Vicia faba*, *Lupinus albus* et *Phaseolus multiflorus*, que, si la pointe dépasse le prolongement de l'axe de 1,5 à 2 millimètres, elle détermine la réaction : on doit, dès lors, reconnaître qu'elle est sensible à un haut degré, puisque la courbure produite sous son influence a lieu dans une zone sollicitée en sens contraire par une force bien supérieure à celle qui a déclenché le mouvement. Ce fait prouve, cette fois sans réplique, dit l'auteur, que, dans une radicule, l'excitation peut se propager d'un endroit à l'autre. Mais, si la pointe qui dépasse l'axe n'est plus que de 1 millimètre, la courbure se manifeste dans le sens qui correspond à la sensibilité du corps de la racine. La zone de croissance serait donc sensible, quoique à un moindre degré. Elle ne dirigerait la réaction que dans le cas où le rapport des forces centrifuges antagonistes est par trop au désavantage de la pointe.

Ce dernier résultat est d'accord avec les expériences de Wiesner[1] et de Brunchorst[2], reprises aussi par Haberlandt. Ces auteurs ont fait tourner autour d'un axe vertical des radicules privées d'un ou deux millimètres de pointe et ont constaté qu'elles se montrent sensibles à l'action de forces centrifuges assez considérables. L'un d'eux, Wiesner, avait montré, du reste, qu'il ne s'agissait pas d'une courbure passive : dans le gaz carbonique, en effet, elle ne se manifeste plus.

Il est vrai que le gaz carbonique arrête aussi la croissance des racines. C'est pourquoi Newcombe[3], dans un travail terminé le 30 novembre 1907, mais publié seulement le 29 août 1908, a recommencé aussi les expériences de Wiesner. Comme Sachs[4], Czapek[5], d'autres encore, l'ont montré, dit-il, un stimulus fourni par la force centrifuge, et supérieur à celui de la gravité, provoque, dans les racines intactes, une courbure plus forte que la réaction géotropique normale. Il est donc naturel de chercher, sur des racines privées de leur pointe, et en admettant que la zone de croissance soit excitable, si un tel stimulus ne pourrait pas vaincre l'*autotropisme* ou tendance à pousser en ligne droite, et l'effet, très probablement nuisible, de la lésion.

Newcombe a pu établir que, chez plusieurs espèces, la sensibilité géotropique existe encore à plus de 2^{mm} 1/2 du sommet de la racine, et même chez quelques-unes à plus de 4 millimètres. Il avait disposé un butoir de liège contre lequel la force centrifuge aurait dû appliquer les 5 à 8 millimètres terminaux de la racine épointée, si les courbures eussent été uniquement passives. C'est le contraire qui fut observé : la racine s'arc-boute sur le liège comme pour y enfoncer sa partie terminale. L'auteur avait déjà montré[6] que cette incurvation ne doit pas être attribuée au contact du liège. Et sa conclusion est que : ou bien la sensibilité géotropique s'étend à toute la zone de croissance et diminue à partir du sommet, ou cette même sensibilité se trouve partout à peu près égale, mais

[1] Über die Verteilung der geotropischen Sensibilität in der Wurzel. *Jahrbücher*, mai 1908, t. XLV, pp. 575-600.

[1] Untersuchungen über die Wachstumsbewegungen der Wurzeln. *Sitzungsber. d. Akad. d. Wiss. in Wien*, 1884, t. LXXXIX.

[2] Die Funktion der Spitze bei den Richtungsbewegungen der Wurzeln. *Ber. der D. Bot. Gesellschaft*, 1884, pp. 78-93.

[3] Gravitation sensitiveness not confined to the apex of root. *Beihefte zum Botanischen Centralblatt*, t. XXIV, pp. 96-110.

[4] Wachstum der Haupt und Nebenwurzeln. *Arbeiten der Bot. Institut Würzburg*, 1874, t. I, p. 607.

[5] Op. cit. *Jahrbücher*, 1895, p. 301.

[6] *Bot. Gaz.*, 1902, t. XXXIII, p. 177, et *Beihefte z. Bot. Centralblatt*, 1904, t. XVII, p. 61.

l'autotropisme est prépondérant dans la partie la plus éloignée de la pointe.

Les expériences d'Haberlandt exposées plus haut, où les forces centrifuges étaient moins considérables, et où la courbure se produisait toujours dans la région de croissance, sont toutefois de nature à faire adopter la première interprétation.

Il faut donc dire, croyons-nous, que la racine est, de la pointe à la région de croissance, sensible à la pesanteur, l'extrémité l'étant toutefois davantage[1].

V

Mais, si la racine est sensible, la tige ne l'est pas moins. Et tout de suite un nouveau problème se pose : comment la plante, écartée de la verticale, est-elle, pour ainsi dire, avertie qu'elle ne se trouve plus dans sa position de repos? Deux réponses ont été faites jusqu'ici :

1° Czapek[2] trouve la cause de l'excitabilité dans la pression qu'exercent les uns sur les autres les éléments cellulaires. L'agencement des cellules en files longitudinales et en anneaux concentriques produirait des pressions variables avec l'inclinaison de la racine, et c'est ainsi que cet organe serait déterminé à réagir. Mais des expériences de Noll[3] sont peu favorables à cette hypothèse, car les rapports de pression, si importants et seuls capables, d'après Czapek, de déclencher le phénomène, peuvent être modifiés d'une façon arbitraire, par exemple, à l'aide de poids appliqués à telle ou telle partie de la racine. Néanmoins, la courbure géotropique n'en est pas affectée;

2° La seconde théorie avait été déjà proposée par Noll[4] en 1892. L'année suivante, une remarquable expérience de Kreidl[5] vint l'imposer à l'attention.

L'expérience de Kreidl porte sur ce qu'on avait nommé les otocystes, cavités quelquefois en communication avec le milieu ambiant chez les Invertébrés aquatiques, en tout cas remplies de liquide et qui contiennent des corpuscules ou otolithes. Chez les animaux supérieurs, on les considérait, parce qu'elles sont situées dans l'oreille interne, comme aidant à la fonction auditive, et, chez les animaux inférieurs, où elles se rencontrent isolées, comme constituant l'appareil de l'ouïe à son premier stade. Mais il fallut abandonner cette manière de voir.

D'abord, l'ablation de ces organes, chez plusieurs espèces aquatiques, aussi bien d'Invertébrés que de Poissons et de Batraciens, produit le déséquilibre de l'animal et sa désorientation. Et de même, les sourds-muets, chez qui l'oreille interne manque, sont incapables de se diriger sous l'eau. Dès lors, on fut porté à croire que les otocystes étaient des appareils de stabilisation : en effet, si l'animal s'incline, les otolithes se déplacent, pressent sur d'autres parois ou d'une autre façon sur leur premier support, et l'animal réagit en conséquence. Mais la preuve décisive n'était pas faite, car ici encore les résultats pouvaient être attribués au trouble produit par la mutilation, et, pour ce qui est des sourds-muets, à bien des causes inconnues. Enfin, comme toujours en Biologie, les expériences contradictoires ne manquaient pas[1].

Toutefois, Hensen ayant observé qu'au moment de la mue certains Crustacés perdent leurs otolithes et détachent alors du sol, avec leurs pinces, des grains de sable, des cristaux ou des fragments quelconques, pour les glisser dans leurs vésicules auditives ouvertes à l'extérieur, Exner eut une idée très ingénieuse, que Kreidl parvint à mettre à exécution avec des Crustacés de la baie de Naples ressemblant à de grosses crevettes, les *Palœmon Xiphios* et *Squilla*. Il disposa l'expérience de telle sorte que l'animal n'eût à sa disposition, après la mue, que de petits morceaux de fer, par lesquels furent alors nécessairement remplacés les otolithes. Au moyen d'un aimant, ces petits grains pouvaient de l'extérieur être déplacés d'une paroi sur l'autre. Et Kreidl put voir que le sujet réagit au déplacement de ces particules, et que c'est bien là un acte physiologique provoqué par leur pression, puisque, si l'aimant les attire d'un côté, l'animal s'incline de l'autre. L'expérience était décisive; c'est pourquoi otocystes et otolithes changèrent de nom; ils furent appelés statocystes et statolithes.

VI

Tout cela paraît avoir peu de rapport avec le géotropisme des plantes. Mais le lien, comme on va le voir, est assez étroit. En effet, la conjecture de Noll était précisément que des dispositions ana-

[1] Cette conséquence est moins qu'on ne pourrait le croire en contradiction avec celle qu'il faut tirer des recherches de Darwin. En effet, dans les expériences analogues de presque tous les auteurs, Rothert (*op. cit.*, *Flora*, 1894) a mis en évidence qu'un certain nombre de racines épointées se sont courbées géotropiquement, bien qu'avec un retard notable et à un degré moindre que les autres.

[2] Ueber den Vorgang der geotropischen Reizperception in der Wurzelspitze. *Ber. der. D. Bot. Gesellschaft*, 1901, pp. (116)-(130).

[3] Zur Controverse über den Geotropismus *Berichte der D. Bot. G.*, pp. 403-426.

[4] Uber heterogene Induktion. Versuch eines Beiträgs zur Kenntniss der Reizerscheinungen der Pflanzen. Brochure de 60 pages. Leipzig, Engelmann.

[5] Weitere Beiträge zur Physiologie des Ohrlabyrinthes. *Sitzungsberichte der Akad. der Wiss. in Wien*, Abtheilung III, 1893, t. CII, fasc. 1, pp. 149-174.

[1] Plusieurs de ces contradictions s'expliquent aisément lorsqu'on songe que le sens de la vue peut aussi servir à l'animal pour s'orienter.

logues devaient se rencontrer dans les parties des végétaux sensibles à la pesanteur. Il avait même imaginé, dans cette hypothèse, des schémas explicatifs de toutes leurs réactions, sans se prononcer du reste sur la nature et l'ordre de grandeur des statolithes dans le monde végétal.

D'après ce botaniste, étant donné que l'influence de la Terre peut être remplacée par celle de la force centrifuge, les plantes ne sauraient subir l'action de notre Globe autrement que les animaux. La pesanteur n'exerce donc sa puissance sur leur excitabilité que par l'intermédiaire d'un mouvement de masses, et ne se manifeste en elles, comme chez tous les autres êtres vivants, qu'au moyen de pressions ou de tractions subies par certains tissus; en d'autres termes, qu'indirectement par des poids.

A l'encontre de Czapek, Noll soutient ensuite qu'on doit placer le siège de l'irritabilité dans la cellule même : n'est-il pas, en effet, plus rationnel, et préférable comme méthode, de soumettre d'abord au contrôle de l'expérience une hypothèse pouvant aussi rendre compte des réactions des plantes monocellulaires? Si l'on adopte cette manière de voir, il faut localiser encore cette excitabilité dans le protoplasma périphérique moins fluide : le reste du contenu de la cellule, pouvant se déplacer et changer sans cesse de position par rapport aux forces extérieures, n'est pas apte sans doute à réagir d'une manière uniforme contre la gravité. Chez certaines Algues monocellulaires comme les *Derbesia*, ce protoplasma mobile peut, en effet, se déplacer d'une extrémité à l'autre de la plante, et néanmoins ces extrémités se courbent en des sens contraires. Dans la bordure protoplasmique seule peut donc se trouver l'appareil de réaction contre la pesanteur.

En 1900, Haberlandt et Nèmec[1] crurent pouvoir tous deux faire la même application concrète de la théorie de Noll. Guidés par des observations différentes, ils furent amenés à croire que cette hypothèse si bien construite, mais à laquelle l'auteur avait laissé volontairement un certain degré d'imprécision, était valable pour des corps bien déterminés, visibles au microscope. D'après eux, c'est la cellule végétale qui remplit le rôle du statocyste. Et les statolithes seraient des corps solides d'une densité supérieure à celle du protoplasma : grains d'amidon mobiles ou très petits cristaux. L'on peut, en effet, concevoir que le contact de ces particules sur le revêtement protoplasmique des membranes cellulaires détermine une excitation à laquelle deviendrait associé tel ou tel mouvement.

Il fut assez difficile de justifier cette hypothèse. On parvint toutefois à montrer, non seulement qu'elle rend compte des faits connus, mais qu'elle permet d'en prévoir d'autres, que l'expérience mit ensuite en pleine lumière. C'est ce qu'il nous reste à exposer.

VII

Étudiant les racines, Nèmec vit les parties les plus jeunes et les plus profondes de la coiffe contenir toujours dans leurs cellules de nombreux grains d'amidon remarquables par leur mobilité. Et il pensa que la paroi de ces cellules est sensible à leur contact. Quand une racine est placée horizontalement, les grains d'amidon mobiles se portent sur la paroi longitudinale inférieure du « statocyste », et l'excitation ainsi provoquée dans le revêtement protoplasmique gagne la zone de croissance où un mouvement de courbure se produit. Enfin, la sélection naturelle permet de comprendre pourquoi cette courbure de la racine est, en général, dirigée vers le sol. De toute évidence, parmi les organismes, ceux-là seuls ont survécu dont les mouvements se sont effectués dans un sens favorable. En outre, il a fallu que cette réaction se trouvât héréditaire dans l'espèce[1].

A la même époque que Nèmec, Haberlandt, étudiant les tiges, y rencontrait les mêmes grains d'amidon mobiles, non pas toutefois au sommet, mais dans la partie où se produisent les torsions géotropiques. Dans les régions plus anciennes, incapables de courbure, ils avaient toujours disparu.

---

[1] Les expériences et les arguments dont nous allons donner un aperçu sont consignés dans plusieurs Mémoires, dont voici les principaux :

HABERLANDT : Ueber die Perception des geotropischen Reizes. *Berichte der. D. Bot. Gesellschaft*, 1900, p. 261 et suiv.

Ueber die Statolithenfunktion der Starkekörner. *Ibid.*, 1902, pp. 189-195.

Zur Statolithentheorie des Geotropismus. *Jahrbücher für W. Bot.*, 1903, pp. 447-500.

NÈMEC : Ueber die Art der Wahrnehmung des Schwerkraftreizes bei den Pflanzen. *Berichte*, 1900, pp. 241-245 et, même titre, *Jahrbücher*, 1901, pp. 80-178.

Die Perception des Schwerkraftreizes bei den Pflanzen. *Berichte*, 1902, pp. 339-354.

Einiges über den Geotropismus der Wurzeln. *Beihefte zum Bot. Zentralblatt*, 1904, t. XVII, pp. 45-60.

[1] Bien entendu, tous les faits exceptionnels, si difficiles à interpréter quand on regarde la plante comme purement passive, s'expliquent sans peine dans l'hypothèse d'une réaction au contact de statolithes. On comprend alors que certaines racines de Palétuviers, afin de faciliter les échanges respiratoires, soient douées, comme les tiges, de géotropisme négatif, et que, d'autre part, certaines tiges puissent se développer sous terre. Et l'on conçoit de même qu'il y ait des tiges rampantes, sans que l'influence de la lumière soit pour rien dans leur orientation, comme A. Maige l'a prouvé. *Annales des Sciences naturelles*, 1900. — Ainsi, les mouvements de courbure suscités par le poids des statolithes n'auraient pas une uniformité nécessaire, mais on y constaterait cette adaptation aux circonstances pour en tirer le meilleur parti, décidément caractéristique des êtres doués de vie.

On ne sait pas encore comment se produisent ces grains particuliers, ni comment ils deviennent mobiles? Mais tout indique qu'ils remplissent un autre rôle que les grains d'amidon qui ne se déplacent pas et servent uniquement de réserve nutritive. Ils offrent plus de résistance aux causes de destruction, et, par exemple, persistent davantage dans les tissus privés d'aliments.

D'autres recherches anatomiques ont été favorables à cette manière de voir. Par exemple, chez la jeune plante de *Phalaris canariensis*, le sommet n'a que des grains mobiles; plus bas, l'amidon se présente sous les deux formes; de fait, la plante est sensible partout à la pesanteur, mais spécialement à la pointe. Après avoir refait les expériences de Piccard, Haberlandt[1] a pu montrer, pour ce qui concerne les racines de ses expériences, l'accord de sa théorie et des résultats obtenus. A la sensibilité géotropique plus développée de la pointe correspond l'appareil statolithique plus parfait de la coiffe; et à la sensibilité moindre de la région de croissance, la structure de sa partie périphérique, laquelle, dans la radicule de *Vicia faba* par exemple, renferme de nombreux grains d'amidon, disposés irrégulièrement, mais mobiles, et que déplacent des forces centrifuges appropriées. On sait encore que les tiges des Graminées, couchées à terre par un orage, éprouvent une forte croissance dans la partie des nœuds tournée vers le sol, ce qui les redresse Or, on trouve de l'amidon mobile dans ces renflements, on n'en trouve pas dans le reste de la tige. Nous avons vu que les cotylédons de la *Setaria* et du Sorgho sont le siège de la perception de la pesanteur; c'est là que les grains mobiles se trouvent. Et on les rencontre aussi dans la zone de courbure de certaines Liliacées qui n'ont point coutume de produire de l'amidon.

En sens inverse, le Gui n'en contient pas et ne manifeste aucune sensibilité au géotropisme. Il n'y en a pas non plus dans les racines à crampons du Lierre et de la *Maregravia* qui, servant à grimper, ne doivent pas être géotropiques. Si l'on trouve de l'amidon dans certaines lianes, celui-ci n'est pas mobile, et le géotropisme manque. Enfin, dans les tiges, ces grains d'amidon capables de se déplacer disparaissent à peu près à l'époque où, la croissance étant terminée, cesse également le pouvoir de courbure. Et, dans les jeunes racines, l'établissement de ce pouvoir coïncide avec l'apparition de ces éléments mobiles. (A l'intérieur des graines, on le sait, les radicules ne contiennent point d'amidon.)

Bargagli Petrucci[2] a même pu expliquer quelques mouvements géotropiques anormaux à l'aide de la théorie des statolithes.

A l'hypothèse qui vient d'être résumée en quelques mots, on devait faire et on a opposé cette objection : comment se peut-il que les racines tertiaires possèdent des statolithes et ne réagissent pas à la pesanteur? La réponse est que la racine primaire exerce sans doute une sorte d'inhibition sur les autres, qui doivent remplir des fonctions différentes pour assurer la vie du végétal. Mais la réaction aux statolithes n'est que suspendue, et elle s'exerce dès qu'on coupe la racine principale. Du reste, on a plus d'un exemple de pareils faits d'inhibition. Comment expliquer sans eux ces phénomènes que Léo Errera a désignés sous le nom de conflits de préséance? Si l'on coupe le sommet de la tige principale d'un Sapin, d'un Pin, d'un Mélèze ou d'un Epicea, on constate qu'une branche latérale vient prendre sa place. Parfois, plusieurs rameaux se dressent pour remplir le même office, mais le plus rapproché ou le plus vigoureux l'emporte sur les autres, qui cessent bientôt leur courbure. Il y a donc une action inhibitrice exercée à distance par le sommet sur les branches latérales, aussi sensibles que lui au géotropisme.

Autre objection : certaines Algues et Fougères, qui n'ont pas de grains d'amidon, sont toutefois géotropiques. Il est vrai, mais d'autres éléments, et peut-être même les parties semi-fluides du contenu cellulaire, ne pourraient-ils pas jouer le rôle de statolithes? On peut citer en exemple les poils sensibles au géotropisme des racines de *Chara*, dans lesquels Zacharias[1], puis Giesenhagen[2] ont observé de petits corpuscules brillants, toujours rassemblés à la partie inférieure de la cellule.

VIII

Toutes les remarques de ce genre ne sont certes pas sans valeur, mais l'Anatomie ne peut suffire à fonder une théorie physiologique; elle ne saurait donner que des indications, utiles pour savoir où et comment doit s'instituer la recherche expérimentale. Or, les expériences entreprises sont presque toutes sujettes à une cause d'incertitude très sérieuse, que Fr. Darwin[3] a mise en évidence dans un cas particulier. Ayant soumis à une température assez élevée (de 33 à 38°) de jeunes plantes de *Setaria* et de Sorgho, il constata qu'elles avaient perdu presque tous leurs statolithes, et se

[1] *Op. cit.* (1908).

[2] *Nuovo. giorn. bot. ital.*, t. X, pp. 398 et suiv. Voir aussi : Tischler : Ueber das Vorkommen von Statolithen bei wenig oder gar nicht geotropischen Wurzeln. *Flora*, t. XCIV, pp. 1-69. Cet auteur a pu, de même, expliquer les positions anormales de nombreuses racines.

[1] *Flora*, 1891, pp. 466 et suiv.

[2] *Berichte*, 1901, pp. 297 et suiv.

[3] The Statolith Theory of Geotropism. Paragraphe 2. *Proceedings Roy. Soc.*, 1903.

trouvaient beaucoup moins géotropiques. Cela semblait une preuve de la théorie; malheureusement, ces plantes devenaient aussi moins sensibles à la lumière. Ne pouvait-on pas interpréter ce double fait d'une façon très simple en disant qu'à cette température le protoplasma subit un affaiblissement qui lui enlève une partie notable de son pouvoir de réaction. Peut-être cependant que, dans ces plantes, les courbures héliotropiques s'effectuent sous l'influence combinée de la lumière et de la pesanteur, la lumière ne donnant ici que l'excitation primitive, comme Stahl l'a montré dans le cas de certains rhizomes, et Noll, d'après les expériences de Fischer, pour les mouvements de veille et de sommeil de nombreuses plantes [1]. Pour décider entre les deux interprétations possibles, il n'y aurait qu'à voir si, au clinostat, les mouvements héliotropiques subsisteraient chez les plantules de Fr. Darwin, à la condition, bien entendu, que la source lumineuse fût placée au centre de l'appareil. Tant que cette expérience n'aura pas été faite, celle de Fr. Darwin ne saurait autoriser aucune conclusion.

L'objection précédente peut être reproduite à propos de presque toutes les expériences entreprises sur le même sujet, commes celles de Némec qui, emprisonnant des racines dans du plâtre, leur fait perdre à la fois les grains d'amidon mobiles et le géotropisme, ou d'Haberlandt qui arrive au même résultat en exposant le Lin aux froids de l'automne et de l'hiver, et constate que les corpuscules d'amidon et le géotropisme reparaissent en même temps, lorsqu'on met la plante à l'abri. Ce dernier expérimentateur, ayant eu l'idée d'intensifier par des secousses nombreuses dans le plan vertical l'excitation due aux statolithes, et le géotropisme ayant été accru, on peut lui répondre encore que ces secousses auraient suffi, même en l'absence de statolithes, à augmenter l'excitation, et l'argument vaut qu'on s'y arrête, malgré certaines expériences de Francis Darwin [2]. Il a fait voir que, dans ce cas, chez certaines plantes, le mouvement de courbure héliotropique ne subit qu'une très légère accélération. D'autres expériences [3] de même type étaient défavorables à la théorie d'Haberlandt; mais celui-ci y a relevé des causes d'erreur [4].

L'objection du protoplasma lésé revient encore à propos de toutes les expériences où l'on enlève la partie qui contient les grains d'amidon et où l'on constate la perte du géotropisme. Pour être impartial, il convient encore de citer comme contraires à la théorie des statolithes les expériences de Jost [1], auxquelles ont répondu d'ailleurs, et semble-t-il avec succès, Fr. Darwin et miss Perth [2].

IX

L'attribution aux statolithes des phénomènes de géotropisme pouvait donc être discutée victorieusement lorsque, dans les premiers mois de 1908, J. Buder [3] publia de belles expériences qui paraissent définitivement trancher la question. Elles ont porté sur les tiges et les racines de plantes très géotropiques (par exemple, de *Lepidium sativum*). L'auteur dispose des racines horizontalement et les laisse ainsi jusqu'à ce qu'il soit bien sûr que les grains d'amidon mobiles se sont tous rassemblés contre la paroi longitudinale inférieure de chaque cellule. (Douze minutes étaient plus que suffisantes pour obtenir ce résultat.) Ensuite, un appareil d'horlogerie fait tourner brusquement de 180° le disque vertical sur lequel les plantes sont fixées : c'est maintenant la paroi longitudinale, tout à l'heure placée le plus haut, qui se trouve le plus bas. Nouvel arrêt de douze minutes. A partir de ce moment, le disque va effectuer des demi-tours, mais de dix en dix secondes, c'est-à-dire à des intervalles beaucoup trop petits pour que, étant donnée la viscosité du suc cellulaire, les grains d'amidon aient le temps de se déplacer d'une façon sensible. Dans ces conditions, Buder observe que la courbure géotropique se produit dans le sens de la seconde station de douze minutes. Il n'est pas douteux, néanmoins, que les deux parois opposées de la cellule aient été aussi longtemps l'une que l'autre placées au point le plus bas. Mais précisément parce que les statolithes n'ont pas eu le temps de se porter d'une paroi sur l'autre, la bordure protoplasmique n'a pu recevoir l'excitation que d'un seul côté, toujours le même. Et le résultat de l'expérience serait impossible à expliquer si l'on admettait que la plante perçoit directement la pesanteur, puisque chaque face s'est trouvée aussi longtemps que l'autre placée au point le plus haut, puis au point le plus bas.

On peut donc admettre maintenant, croyons-nous, que l'excitation due au contact de corpuscules

[1] Voir Noll : Heterogene Induktion, surtout pp. 11-13.

[2] Op. cit. *Proceedings*, 1903, paragraphe 2.

[3] Bach : Über die Abhängigkeit der geotropischen Präsentations und Reaktionszeit von verschiedenen Aussenbedingungen. *Jahrbücher*, 1907, XLIV, pp. 57-123. Voir surtout pp. 108-112.

[4] *Berichte*, 1908. Fascicule 1, pp. 22-28.

[1] Die Perception des Schwerercizes in der Pflanze. *Biologisches Centralblatt*, 1902, pp. 161-179. En particulier, p. 175.

[2] Notes on the Statolith Theory of Geotropism. Paragraphe 1, *Proceedings of the Royal Society*, 1904, t. LXXIII, pp. 477 et suiv.

[3] Untersuchungen zur Statolithenhypothese. *Festschrift zur Feier des 25 Jährigen Bestehens der D. Bot. G.*, t. XXVI, pp. 162-193, 1908.

solides est un moyen, et, sans doute, le plus général, grâce auquel la pesanteur est perçue. La plante n'a donc pas, pour reconnaître la direction de cette force, le sens énigmatique qu'on s'était plu à lui accorder; elle n'en est pas moins capable de réagir physiologiquement. Et ce que nous appelons le géotropisme ne serait, suivant toute apparence, qu'un acte de réponse, établi par la sélection et l'hérédité, de grande importance dans la lutte pour la vie[1].

Étienne Maigre.

LES PROGRÈS DE L'ESPERANTO

Il a déjà été question de l'Esperanto dans la *Revue générale des Sciences* : A une époque où ses partisans étaient encore peu nombreux, M. Méray, puis M. Colardeau ont expliqué ici même[1] les principes fondamentaux qui avaient guidé le Dr Zamenhof dans la formation de la langue nouvelle, et le but qu'il se proposait d'atteindre. L'Esperanto, on le sait, n'a pas la prétention de remplacer les quelques centaines de langues actuellement parlées sur les différentes parties du globe. Tout le monde continuerait à parler, dans la vie de tous les jours, sa langue maternelle; le plus grand nombre, pendant longtemps encore sans doute, ne connaîtrait que celle-là. Mais tous ceux — de jour en jour plus nombreux — qui ont à entretenir, dans un but quelconque, des relations avec l'Etranger se serviraient de cet instrument d'échange, de même qu'on utilise un passe partout au lieu de s'embarrasser d'un trousseau de clefs.

Qu'est devenu, depuis cette époque, le mouvement espérantiste? Continue-t-il actuellement à progresser? Le nouvel instrument se montre-t-il, à l'usage, d'un emploi commode et rend-il déjà des services? Quel paraît être l'avenir qui lui est réservé? Il s'agit là de questions très sérieuses, qui ne sauraient laisser indifférents les lecteurs de cette *Revue*. L'existence et le développement d'un langage auxiliaire international constituent un phénomène dont l'importance générale n'échappe à personne, mais qui doit particulièrement intéresser ceux qui cultivent et qui aiment la Science. Comme j'ai fait l'essai que conseillait si vivement Tolstoï, comme j'ai appris, pendant mes instants de loisir, l'Esperanto, j'ai pu faire sur ce phénomène quelques observations et essayer de me former, sur les questions qu'il soulève, une opinion fondée sur des raisons expérimentales : on ne s'étonnera pas de voir un physicien se décider surtout par des raisons de cette nature.

I

Il y a des personnes qui hésitent à se réjouir des progrès qu'a fait l'Esperanto, et parfois pour des raisons qui méritent un examen attentif. Mais aucune d'elles ne doute de ces progrès. Je n'aurai donc pas besoin de donner ici de nombreux renseignements statistiques, de produire, par exemple, les tableaux et les graphiques qui étaient exposés à Dresde, dans l'une des salles de l'Ecole Polytechnique, au moment du dernier Congrès. Je me bornerai à examiner quel a été le pas accompli pendant l'année qui vient de s'écouler.

Je ne chercherai pas quel a été, pendant cette période, l'accroissement du nombre des Espérantistes : c'est un nombre trop mal défini : à quel moment peut-on se dire Espérantiste? Jusqu'à quel point faut-il connaître la langue? On est renseigné d'une façon plus certaine, quoique incomplètement, sur les progrès et l'extension de l'Esperanto par des procédés indirects. L'un d'eux consiste à compter le nombre des Sociétés qui s'en occupent directement. Les renseignements obtenus ainsi sont incomplets, parce qu'en comptant ainsi toutes les sociétés pour une unité, on ne tient aucun compte de leur importance, de leur activité, de l'accroissement du nombre de leurs membres. Cependant, on a déjà par ce moyen une indication utile.

Le nombre des Sociétés espérantistes, petites ou grandes, qui n'atteignait pas 200 au commencement de 1904, était déjà de 639 au mois de juin 1907. Le 5 juillet 1908, il est devenu 1.029. Le tableau suivant indique comment cet accroissement considérable se répartit entre les diverses parties du monde :

[1] Voir *la Revue*, 15 avril 1900, p. 417, et 30 sept. 1903, p. 947.

[1] Nous avons exposé les raisons qui conduisent la plupart des botanistes à considérer le géotropisme des plantes comme un fait essentiellement biologique, pour l'expression duquel le terme le plus adéquat paraît être celui de réaction contre un excitant. Un organisme n'est jamais assimilable à un système inanimé. C'est pourquoi nous ne faisons qu'indiquer une hypothèse de J. Lœb, où le géotropisme deviendrait un fait d'ordre chimique. *La dynamique des phénomènes de la vie*, 1908, pp. 260-262. — On trouvera, d'autre part, des expériences intéressantes, mais qui ne nous paraissent pas décisives, dans l'ouvrage de J. C. Bose : *Plant response as means of physiological investigation*, 1906, pp. 496-498 surtout.

Accroissement du nombre des Sociétés espérantistes du 30 juin 1907 au 5 juillet 1908.

	30 juin 1907	5 juillet 1908
Europe	542	817
Afrique	6	14
Amérique	69	158
Asie	16	23
Océanie	6	17
Total	639	1029

Parmi ces 1.029 sociétés espérantistes, la grande majorité ne s'occupe que de propager l'Esperanto. Un nombre plus restreint (104 à la date indiquée) est formé par des sociétés qui se servent, effectivement, de l'Esperanto, dans des buts très variés, qu'il s'agisse de politique, de religions, de commerce, d'industrie, de sciences, d'arts, de sports, etc. Ce ne sont pas, loin de là, les moins utiles pour la propagande, car elles peuvent montrer, dans des milieux très étendus et très variés, l'utilité pratique d'une langue auxiliaire.

On peut demander à être renseigné d'une façon un peu plus détaillée sur le nombre des sociétés dans les différents pays. Je reproduirai donc encore e tableau suivant :

Répartition des Sociétés espérantistes dans différents pays, en juin 1908.

France	194	Amérique du Sud	40
Angleterre	151	Belgique	33
Espagne	85	Bulgarie-Roumanie	22
Allemagne	72	Asie	22
Etats-Unis	66	Océanie	17
Autriche-Hongrie	51	Afrique	14
Suisse	49	Italie	9
Suède et Norvège	43	Hollande	9
Russie	42	Danemark	9

L'ordre des pays, dans de tels tableaux, change d'ailleurs souvent. Il suffit d'un Congrès, ou quelquefois de quelques bonnes paroles, comme celles que prononçaient récemment, au Japon, le Ministre des Affaires étrangères, en Italie, le Ministre de l'Instruction publique, M. Rava, pour que de nouvelles sociétés se forment.

On peut maintenant suivre tous les mois les progrès de l'Esperanto dans l'*Oficiala Gazeto Esperantista*, publié par les soins de l'Office central espérantiste (51, rue de Clichy, à Paris). Les Espérantistes ont, en effet, un Journal Officiel : il n'indique pas seulement les progrès de la propagande, les sociétés nouvelles, les villes où l'on a créé des consuls espérantistes (288 au mois d'août 1908); il publie aussi les travaux du *Comité de Linguistique* et de l'*Académie espérantiste*, dont je dirai un mot tout à l'heure; il indique enfin les nouvelles publications faites en esperanto (livres et journaux), qui fournissent, elles aussi, des indications sur ses progrès.

Le nombre de ces publications est déjà considérable, et Zamenhof remarquait récemment que beaucoup de petits pays n'en ont pas autant. Il s'est augmenté d'une façon remarquable pendant les derniers mois : Par exemple, le nombre des *périodiques*, qui était 44 à la fin de 1907, atteignait déjà 61 le 5 juillet, 64 le 5 août 1908; il a encore augmenté depuis, au moment du Congrès qui a vu paraître, en particulier, une nouvelle revue mensuelle illustrée. Parmi ces périodiques, on comptait 42 journaux de propagande dans les différents pays, 12 journaux spéciaux (dont un imprimé en caractères Braille pour les aveugles), et 10 périodiques d'intérêt général. Dans le nombre se trouvent des Revues importantes, vraiment internationales par le choix des collaborateurs et par leur clientèle de lecteurs. Elles tendent de plus en plus à publier des œuvres écrites directement en esperanto, en prose ou en vers, en même temps que des traductions. De ces traductions, il y a déjà un nombre assez imposant : Les Espérantistes, et Zamenhof lui-même, notamment dans sa collaboration à la *Revuo*, ont tenu à aborder les genres les plus divers, passant de Virgile, de la Bible, à une comédie de Molière, de Dickens ou de Tristan Bernard; traduisant un jour une pièce de Shakespeare, de Schiller ou de Gœthe, le lendemain un fragment d'Anatole France : Les Pensées de Riquet!

A côté de ces revues plutôt littéraires se trouvent déjà plusieurs journaux scientifiques et techniques, notamment : *Scienca Revuo*. Ce dernier est maintenant l'organe de l'Association scientifique internationale[1], fondée officiellement l'année dernière, à Cambridge, où l'illustre physicien J.-J. Thomson lui a donné aussitôt son appui.

Cette Association, qui a déjà recueilli près de 700 adhésions ou approbations de savants ou d'amis de la Science, a été présidée cette année par le Prof. Schmitt, Directeur de l'Observatoire magnétique de Potsdam. Dans sa réunion à Dresde, elle a désigné pour lui succéder M. René Benoît. L'éminent Directeur du Bureau international des Poids et Mesures est depuis longtemps espérantiste fervent; il est, de plus, bien placé pour connaître et pour surmonter les difficultés que rencontre, avant d'être réalisé partout, un grand projet d'intérêt général.

Le travail principal de l'Association nouvelle est de recueillir et d'ordonner les éléments nécessaires pour les besoins du langage technique : c'est là un gros travail, à cause du nombre immense de mots qui se présentent alors et pour lesquels il faut choisir des racines d'un sens précis, aussi internationales que possible, et appliquer d'une façon rigoureuse des règles de dérivation. Pour cela, la

[1] *Internacia Scienca Asocio*, 8, rue Bovy Lysberg, Genève.

collaboration — même dans une faible mesure — d'un grand nombre de gens et surtout de gens *compétents dans les diverses sciences* est nécessaire. Des bonnes volontés nombreuses se sont déjà rencontrées, et les documents qui se concentrent actuellement à Genève, qui sont souvent discutés, au préalable, dans *Scienca Revuo*, faciliteront singulièrement la tâche de ceux qui voudront faire, en diverses langues, des vocabulaires techniques comme il en existe déjà plusieurs (par exemple : le vocabulaire technique français-esperanto de M. Verax, le *Matematika Terminaro* de M. Bricard, le vocabulaire des mots spéciaux à la marine de M. Rollet de Lisle, plusieurs ouvrages pour les commerçants, etc...).

J'ajouterai que les dépenses d'une telle organisation ont été couvertes en grande partie par une somme importante, donnée par M. de Saussure, et par d'autres dons volontaires. C'est grâce aussi au dévouement inlassable du général Sébert et à l'appui donné par plusieurs savants éminents que l'entreprise est actuellement en bonne voie. C'est, d'ailleurs, un fait très fréquent dans le développement de l'Esperanto : Il a rencontré souvent des donateurs généreux et des bonnes volontés agissantes; il ne faut pas oublier que tout ce mouvement a été, jusqu'à ces derniers temps au moins, le fruit de la seule initiative individuelle.

II

A quoi sert actuellement l'Esperanto? Je répondrai sans hésiter, en ayant fait à deux reprises l'expérience : A présent, sa principale utilité — non la seule — est qu'il permet de faire des voyages charmants, non seulement dans les villes mêmes où se tiennent les Congrès annuels, mais aussi, à l'occasion de ces Congrès, dans les pays voisins. En rentrant il y a deux ans d'Angleterre, j'ai parlé ailleurs[1] des services que m'y avait rendus la connaissance de la langue auxiliaire, depuis l'arrivée du paquebot jusqu'à mon retour. Tous les Espérantistes qui s'étaient donné rendez-vous à Cambridge n'ont pas oublié cet accueil cordial qu'ils ont trouvé partout, non seulement dans la vieille cité universitaire, mais à Londres, au pays de Galles, en Écosse, etc... L'année dernière, plus nombreux encore (1.430 congressistes environ), nous avons rencontré à Dresde, à Berlin, à Prague[2], quelques uns, je le sais, ont trouvé à Copenhague, le même accueil empressé. On me dira que j'aurais pu visiter ces villes sans l'Esperanto. D'abord, je ne sais pas si je l'aurais fait : cette langue a eu pour premier résultat de faire voyager beaucoup de Français qui, autrement, seraient restés chez eux. J'espère bien qu'il y en aura, à l'avenir, de plus en plus; ce ne sera un mal, j'imagine, ni pour l'Esperanto ni pour la France. Puis, mon voyage n'aurait certainement pas eu le même intérêt. J'aurais bien pu, un Guide en main, voir ces belles villes et les richesses artistiques qu'elles conservent. Mais je n'aurais pas rencontré, presque à chaque instant, ces interprètes non seulement obligeants, mais vraiment heureux de se rendre utiles, qui cherchent toutes les occasions de le faire, et qui surtout, étant du pays, donnent, sur les choses et les gens, ces renseignements que les Guides ne donnent pas.

Enfin, je n'aurais pas eu ma part des fêtes organisées en notre honneur. Les organisateurs de chaque Congrès espérantiste — et les Allemands n'y ont pas manqué, bien entendu — s'efforcent de dépasser, à cet égard, les précédents. Ils rencontrent de plus en plus, dans l'accomplissement de leur tâche, des appuis officiels précieux. Suivant l'exemple donné à Cambridge par les autorités de la ville et du Comté, le Roi, les Ministres de Saxe, la Municipalité de Dresde ont apporté au Congrès non seulement l'appui de leur nom ou de leur parole, mais une aide matérielle précieuse. D'abord ils ont prêté les monuments publics, l'École Polytechnique où se tenaient les réunions spéciales où l'on travaillait, le Vereinshaus où ont eu lieu les réunions générales, plusieurs concerts et un grand bal en costumes nationaux, l'Austellungspark où l'on avait organisé une grande fête de nuit, etc... Mais, de plus, la ville de Dresde a donné une subvention importante à la Caisse du Congrès; elle a permis, en outre, aux Espérantistes — qui ne s'en sont pas privés — de circuler gratuitement sur les tramways qui tous lui appartiennent; elle a mis à leur disposition quatre bateaux qui ont servi pour les excursions. Un jour, cette flottille aux pavillons multicolores est descendue, sur les eaux brunes de l'Elbe, à Meissen pour la visite du Burg, du Dom et de la Manufacture royale de porcelaine. Un autre jour, elle a remonté jusque dans la Suisse saxonne. La longue théorie des Espérantistes s'est déroulée au milieu des grands rochers de grès, aux formes bizarres, de la Bastei, puis dans les forêts silencieuses jusqu'à Wehlen. La nuit venue, pendant que les bateaux retournaient à Dresde, on voyait presque sans interruption, au milieu des collines boisées, tous les châteaux, les restaurants et les maisons s'embraser tour à tour.

[1] *Revue du Mois* du 10 octobre 1907, p. 490.

[2] J'ai pu vérifier moi-même, en visitant Prague et son Exposition, la justesse et la portée des remarques que M. Blondel faisait récemment ici même (voir la *Revue* du 30 juillet 1908, p. 559.) J'ai pu constater notamment quel accueil chaleureux recevaient les Français; mais, moins heureux que d'autres, je n'ai trouvé, parmi ceux qui nous guidaient si obligeamment, personne pouvant parler en français.

Sans doute, de telles fêtes ne sont pas réservées uniquement aux Congrès d'Espérantistes. Mais, dans ces derniers, il y a en plus un spectacle fort curieux très instructif, parfois même impressionnant : celui qui est donné par les Espérantistes eux-mêmes. Il est difficile de s'imaginer leur joie lorsqu'ils se trouvent ainsi réunis, l'empressement avec lequel ils forment des groupes où des représentants de pays lointains, de nations rivales ou hostiles, des gens d'opinions et de goûts tout à fait opposés, deviennent si rapidement amis pendant quelques jours. Certes, de tels Congrès ne peuvent résoudre les problèmes irritants qui les séparent, mais ils peuvent certainement aider, dans une mesure appréciable, à détruire bien des préjugés, des opinions *a priori* qui viennent compliquer encore la solution difficile de ces problèmes.

J'insisterai sur ce fait qu'il y a, dans ces groupes, des gens de toute condition et non pas seulement des gens riches, ayant déjà voyagé et connaissant souvent plusieurs langues. A côté des habitués des Congrès, que l'on retrouve d'une année à l'autre, il y a un très grand nombre de nouveaux venus, surtout parmi les habitants de la région où se tient le Congrès, qui n'ont jamais assisté à des fêtes semblables. C'est avec ceux-là, qui ne connaissent souvent que leur langue maternelle, qu'il est intéressant de causer pour voir si vraiment l'Esperanto est d'une acquisition facile. Certes, avec les débutants, surtout avec ceux qui ont appris seuls la langue auxiliaire, la conversation est d'abord un peu lente; il y a des mots qu'il faut chercher dans le vocabulaire, il y a ça et là quelques incorrections systématiques : on oublie par exemple l'accusatif; mais on se comprend, et c'est l'essentiel. Quelques jours de Congrès, où les plus silencieux deviennent loquaces, suffisent pour que la conversation devienne en même temps plus agréable et plus correcte, et l'expérience donne raison à ceux — dont l'opinion a certes quelque poids — qui ont eu à enseigner l'Esperanto à de tels élèves : On l'apprend plus facilement que n'importe quelle autre langue étrangère.

Dans les réunions générales où les Espérantistes prennent conscience de leur force, on est surtout surpris par leur enthousiasme, leur ardeur communicative et aussi par la discipline qu'ils s'imposent. J'ai constaté à nouveau à Dresde le silence religieux avec lequel on écoute Zamenhof et les autres orateurs dont les noms sont connus de tous, puis les ovations enthousiastes pendant les discours, les acclamations qui saluent ceux qui viennent apporter les nouvelles de la propagande et le salut des amis de pays lointains. J'ai entendu de nouveau, lorsque l'orgue joue les premières mesures de l'*Espero*, toutes les voix, avec plus ou moins de force suivant qu'elles se sentent plus ou moins sûres d'elles-mêmes, s'unir pour chanter en chœur l'hymne espérantiste de M. de Ménil; puis, à la fin, tous les exécutants applaudir eux-mêmes avec conviction. Je me rappelle encore la représentation d'Iphigénie en Tauride dans la salle de l'Opéra Royal. Pour la première fois, c'étaient des acteurs de profession qui interprétaient une œuvre traduite en Esperanto. Grâce, sans doute, au jeu excellent des artistes qu'avait groupés autour de lui M. Reichert, du *Lessing Theater* de Berlin, quelques craintes, dont j'avais entendu l'écho, se sont montrées vaines : Malgré les difficultés tenant au choix de l'œuvre elle-même, ou au fait que la traduction était en vers, l'action s'est déroulée devant un public recueilli et ému, sans qu'aucun bruit, aucun applaudissement parti à contre-temps, ait nui à cette belle manifestation artistique.

III

Non seulement, on le voit, l'Esperanto se montre à l'usage d'un emploi pratique, et a résisté victorieusement à une expérience déjà longue, mais il a à son service une phalange de défenseurs disciplinés qui cherchent à le répandre avec zèle par tous les moyens petits ou grands. C'est là pour son avenir un fait d'importance considérable. Il a rencontré les deux sortes d'hommes qui sont nécessaires pour faire aboutir une entreprise aussi difficile que celle d'une langue auxiliaire : d'abord ceux qui élaborent, dans leur cabinet de travail, une langue artificielle ayant, autant que possible, les qualités théoriques voulues; puis d'autres hommes, tout différents, mais également dévoués, qui réussissent à la faire connaître et à la répandre partout. On peut, sur quelques points de détail, critiquer l'œuvre des premiers : on n'a pas le droit de faire table rase de l'œuvre considérable déjà accomplie par les autres.

La discipline dont les Espérantistes ont fait preuve l'année dernière, lorsque quelques personnes ont publié un projet d'Esperanto modifié (*Ido*), est une garantie que leur langue, en se répandant et en s'enrichissant de plus en plus, conservera la plus importante de toutes les qualités d'une langue auxiliaire : son unité. Cela ne veut pas dire qu'ils se refusent aveuglément à améliorer, à l'avenir, l'outil dont ils se servent. Chacun d'eux se refuse, en effet, d'une manière absolue, le droit de proposer lui-même, de sa propre autorité, aux autres Espérantistes, tel ou tel changement systématique; mais il existe une institution qui a le droit de le faire et à laquelle chacun peut s'adresser avec la certitude que ses propositions seront sérieusement examinées. Le Comité de Linguistique, dont l'autorité pour toutes les questions concernant la

langue n'est contestée par aucun Espérantiste, a pour but de sauvegarder à chaque instant l'unité de la langue, mais non de l'empêcher de progresser. Comme ses membres, dont quelques-uns sont de pays très lointains, ne peuvent guère se réunir fréquemment, ou correspondre vite, il a élu une Commission permanente formée d'un petit groupe de gens compétents, qui est chargée précisément d'étudier les critiques et les demandes de modifications. C'est cette Commission que les Espérantistes appellent volontiers l'Académie, bien qu'il y ait, tout de même, quelques différences avec une autre très connue : par exemple, ses membres sont renouvelables par fraction d'un tiers tous les trois ans. Il ne faut pas oublier, en outre, que le Comité de Linguistique, qui les nomme, n'a pas un nombre de membres limité et qu'il doit s'adjoindre des membres nouveaux proposés par les Espérantistes eux-mêmes ou les Sociétés qui les représentent. Si donc vraiment quelques-unes des réformes proposées le méritent, elles finiront par s'imposer et par pénétrer dans l'enseignement, mais cela peu à peu, sans qu'on s'en aperçoive en quelque sorte, sans qu'on risque de ralentir la propagande et de perdre le fruit des efforts déjà faits.

A Dresde, où ces sages résolutions ont été approuvées sans discussion, Zamenhof caractérisait lui-même cette évolution progressive en disant que, plus tard, l'Esperanto différera peut-être notablement de la langue actuelle « *comme l'homme mûr diffère de l'enfant* ».

Je crois que l'Esperanto a devant lui un long avenir; je le crois non seulement parce qu'il a eu jusqu'ici des succès croissant régulièrement, mais parce qu'il mérite ces succès et parce qu'il veut continuer à les mériter. Aussi je pense qu'il doit recevoir de plus en plus des encouragements dans le monde scientifique. Il y a certainement parmi les lecteurs de cette *Revue* des personnes qui peuvent lui être très utiles. Je ne m'imagine pas qu'ils vont tous apprendre l'Esperanto. Beaucoup, sans doute, savent déjà lire ou même parler les quelques langues dans lesquelles on écrit aujourd'hui les Mémoires scientifiques : on ne peut raisonnablement demander à des savants très occupés de s'imposer une nouvelle tâche, si faible soit-elle, qui serait sans utilité pour leurs travaux. Mais, en réfléchissant, ils constateront que, pour arriver eux-mêmes — le plus souvent peu à peu, et sans qu'ils s'en doutent — à la connaissance suffisante de plusieurs langues, ils ont eu, somme toute, à dépenser beaucoup de temps qui aurait pu être mieux employé. Ils voudront donc, j'en suis persuadé, alléger pour leurs enfants, écarter pour ceux qui viendront plus tard, ce fardeau qui devient de plus en plus lourd à mesure que la science, elle aussi, grandit et demande plus d'efforts. Ils feront en sorte que les savants profitent plus tard, eux aussi, du *même* instrument d'échange qui servira aux voyageurs et aux commerçants, qu'ils puissent partout, à l'avenir, non seulement lire facilement, mais encore parler une langue étrangère commune, travailler dans leurs laboratoires avec des savants des autres pays et faire avec eux cette connaissance directe que rien ne peut remplacer.

Le plus grand service qu'attendent aujourd'hui les Espérantistes de leurs amis, c'est qu'ils les aident à faire pénétrer de plus en plus la langue auxiliaire dans l'enseignement de la jeunesse. Ils demandent que leur langue pénètre partout dans les écoles où l'on apprend actuellement des langues étrangères, qu'il prenne sa place d'abord à côté d'elles et à titre facultatif, pour devenir ensuite la première langue étrangère commune, apprise partout après la langue maternelle, mais avant toutes les autres. Il ne faut pas oublier que les professeurs de langues qui en ont fait l'expérience affirment que l'étude préalable de l'Esperanto facilite l'acquisition ultérieure des autres langues vivantes.

Parmi ces langues, il en est une qui occupe à cet égard une situation privilégiée : c'est la nôtre. C'est du français que l'Esperanto se rapproche le plus. Cela n'est pas seulement parce que Zamenhof a été conduit naturellement à adopter beaucoup de racines latines que l'on retrouve dans notre langue comme dans l'italien, l'espagnol, etc... ; cela vient aussi de ce que beaucoup d'Espérantistes se sont recrutés jusqu'ici dans les pays de langue française et que, malgré tout, sans qu'ils l'aient cherché, leur influence a déjà laissé des traces. Aussi l'Esperanto peut rendre plus facile l'acquisition du français, et venir en aide à ceux qui cherchent actuellement à le répandre de plus en plus à l'étranger dans les milieux où il a sa place marquée, c'est-à-dire dans les milieux *très cultivés*, par l'intermédiaire desquels les écrits français exercent au loin leur influence. Quelques-uns de ceux qui poursuivent actuellement ce but très louable voient dans l'Esperanto — que l'on ne traite plus par des railleries — un adversaire qui pourrait devenir dangereux. Je crois que ceux-là font fausse route et qu'ils vont à l'encontre non seulement des traditions de notre pays, mais de son intérêt : Je me réjouis que la France ait pris une part importante dans cette grande entreprise, et je souhaite que la langue auxiliaire, dans son développement et son évolution, reçoive de plus en plus l'empreinte de la nôtre.

A. Cotton,

Chargé de Cours à l'Université de Paris.
(Ecole Normale Supérieure)

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Zoretti (L.), *Maître de Conférences de Mathématiques à la Faculté des Sciences de Grenoble.* — — **Cours d'Algèbre** (CLASSES DE MATHÉMATIQUES A ET B). — 1 *vol. in*-16 *de* 464 *pages.* (*Prix cartonné* : 6 *fr.*) *H. Paulin et C*ie, *éditeurs. Paris*, 1909.

Par cet ouvrage, l'auteur, qui est un de nos jeunes mathématiciens les plus distingués, a voulu faire pénétrer dans l'enseignement secondaire quelques idées émises par son maître, M. J. Tannery, dans ses leçons de l'Ecole Normale. A l'enseignement purement logique, tel qu'on le comprenait autrefois, il juxtapose un enseignement pratique et concret. Il s'applique aussi à être suggestif, à ouvrir des horizons sur les parties qu'il ne peut développer. C'est ainsi que toute la théorie dite du second degré n'est pour lui qu'une première étude des fonctions algébriques. La théorie des Fonctions occupe presque la moitié de l'ouvrage et constitue une source d'applications intéressantes, où l'auteur va très loin.

Taris (Etienne), *ancien Elève de l'Ecole Polytechnique.* — **L'Automobile et les Armées modernes.** — 1 *vol. in*-8° *de* 351 *pages, avec* 144 *figures* (*Prix* : 10 *fr.* 50. *Dunod et Pinat, éditeurs.*) *Paris*, 1909.

Le caractère industriel de la guerre moderne ne laisse aucun doute sur l'efficacité du concours que l'automobile peut prêter à une armée.

Ce concours peut s'effectuer de trois manières principales :

1° En assurant le transport rapide des généraux et des états-majors sur les divers points de leur zone d'action;

2° En assurant la propulsion de voitures armées véritables engins de guerre), ou de voitures techniques spéciales (voitures-projecteurs, voitures télégraphiques);

3° En effectuant les transports de ravitaillement et d'évacuation.

De ces trois services, le premier seul peut jusqu'ici être considéré comme fonctionnant en réalité. Voilà, en effet, plusieurs années que, dans la plupart des armées européennes, des automobiles sont mises, pour les manœuvres, à la disposition du commandement; elles n'en sont plus à faire leurs preuves. Vienne une guerre, et l'on trouvera dans les voitures de tourisme plus d'éléments qu'il n'en faudra pour assurer le transport rapide de nos généraux. Tout au plus pourrait-on souhaiter que l'aménagement intérieur des voitures fût prévu pour permettre à leurs hôtes de travailler confortablement en cours de route : sans créer de toutes pièces des voitures neuves, il serait facile de modifier dans ce but les spacieuses limousines, qui sont aujourd'hui légion.

L'idée de la voiture de combat est née, à peu près simultanément, vers 1904, dans plusieurs pays : en Autriche, en Angleterre (mitrailleuse Thornycroft-Vernon), en Allemagne (mitrailleuses blindées et voitures à canon spécial contre les ballons). En France, MM. Charron, Girardot et Voigt ont construit une mitrailleuse blindée, qui a été expérimentée en Russie; le capitaine Genty a fait aménager, par la compagnie d'ouvriers de Vincennes, un châssis de tourisme 24 chevaux Panhard, pour recevoir une mitrailleuse. Cet engin a été expérimenté avec succès sur la frontière marocaine : il s'est montré mobile et efficace. Il n'est d'ailleurs aucunement protégé.

M. Taris estime qu'une voiture de combat doit être protégée, et qu'au lieu d'une simple mitrailleuse, elle pourrait recevoir un canon de petit calibre, comme celui de la Marine de 37 millimètres, qui serait autrement efficace. Une voiture de ce genre prêterait un concours précieux aux reconnaissances de cavalerie.

Comme voiture automobile technique, il faut citer la voiture à projecteur électrique, construite par J. W. Brook and C°, qui a fait son apparition aux dernières manœuvres anglaises. Le matériel d'un poste de télégraphie sans fil pèse environ 1.300 kilogrammes; le personnel peut être limité à six hommes : une voiture de 2.800 kilogrammes pourrait donc constituer un poste fort mobile et éminemment précieux.

Le troisième service qu'on peut demander à l'automobile, celui d'assurer les ravitaillements et évacuations, est de beaucoup le plus important. On estime qu'un corps d'armée, avec ses voitures attelées, occupe, sur une route, une longueur de 30 kilomètres, et met, à raison de 4 kilomètres par heure, plus de sept heures à s'écouler. Les mêmes éléments, transportés par des automobiles, seraient cinq fois moins longs et marcheraient quatre fois plus vite; leur écoulement sur une route serait vingt fois plus rapide. On comprend combien cette substitution diminuerait l'encombrement et augmenterait la mobilité de l'armée!

Pour l'effectuer, à quel engin automobile s'adresserait-on, au train ou au camion? A l'actif du premier, il faut compter la faible longueur, le personnel réduit, l'homogénéité facilitant la conduite et la surveillance. Au passif, il faut porter : l'impossibilité du fractionnement, l'importance que prend une simple panne immobilisant tout de suite une quantité considérable d'approvisionnements, une maniabilité moins grande que celle d'un camion, et, surtout, si l'on en juge par le peu de trains automobiles actuellement utilisés par l'industrie, l'impossibilité de trouver chez les industriels, au moment d'une guerre, un nombre de trains assez grand pour assurer le service des armées.

C'est donc en faveur du camion que conclut très nettement M. Taris, camion pesant au plus 4 tonnes par essieu et portant une charge utile égale au moins à la moitié du poids total. Quatre-vingts de ces camions seraient nécessaires par corps d'armée : il en faudrait seize cents pour vingt corps mobilisés.

L'industrie serait encore impuissante à les fournir à notre armée, au moment d'une guerre. Cependant, comme l'Etat ne peut songer à acheter lui-même, dès le temps de paix, un nombre suffisant de camions, qui, lors d'une entrée en campagne, seraient certainement démodés et probablement hors d'état de bien fonctionner, c'est sur l'industrie seule qu'il peut compter pour s'approvisionner au moment critique. La conclusion très nette de tout ceci, c'est que l'État doit, par des moyens véritablement efficaces, favoriser le développement des camions dans l'industrie. L'Allemagne l'a bien compris, qui donne à tout acheteur de camion automobile, prenant l'engagement de le céder à l'armée en cas de mobilisation et faisant tout ce qu'il faut pour le lui livrer en bon état, une indemnité de 5.000 francs, au moment de l'achat, et une subvention de 1.250 francs, chaque année, pour contribuer à l'entretien.

Au lieu de cela, nous voyons l'automobile de tourisme accablée en France de charges, et le camion automobile menacé, par un projet du Conseil Municipal de Paris, d'une taxe contre laquelle M. de Dion, président de la Chambre Syndicale de l'Automobile,

s'est vigoureusement et bien justement élevé dans une lettre récente, adressée à M. Chassaigne-Goyon, président de la Commission du Budget du Conseil Municipal.

L'ouvrage de M. Taris traite, avec beaucoup de compétence et dans toute son ampleur, cette question si complexe, et vraiment vitale pour le pays, des applications de l'Automobile aux armées. C'est dire tout l'intérêt qui s'attache à ce livre. Deux chapitres y sont consacrés aux ballons dirigeables et aux aéroplanes, dont l'emploi militaire est imminent, si nous en jugeons par les récents progrès de l'aviation.

GÉRARD LAVERGNE,
Ingénieur civil des Mines,
Ancien élève de l'École Polytechnique.

2° Sciences physiques

Jeans (J. H.), *M. A. F. R. S., Professeur de Mathématiques appliquées à l'Université de Princeton.* — **The mathematical Theory of Electricity and Magnetism.** — 1 *vol. grand in-8° de* 536 *pages (avec figures). Cambridge University Press.* (*Prix* : 19 *fr.*) *Clay, éditeur. London,* 1909.

Le Professeur J. H. Jeans s'est proposé de résumer dans ce volume les notions de la théorie mathématique de l'Electricité et du Magnétisme, notions indispensables à qui veut entreprendre une étude sérieuse de la Physique.

Le livre s'adresse donc à des étudiants, mais surtout à des étudiants anglais. Les notions mathématiques nécessaires sont exposées, brièvement mais très clairement, au début de chaque chapitre.

L'ordre des chapitres et l'ensemble des théories exposées font songer à du Maxwell rajeuni et simplifié. C'est sans doute parce qu'il s'adresse à des étudiants que l'auteur a développé considérablement la partie électrostatique du livre, aux dépens peut-être du Magnétisme et de l'Electromagnétisme. Quant à la théorie électromagnétique de la lumière, il ne lui a été consacré que 40 pages, dans les deux chapitres de la fin.

C'est un livre classique que nous donne M. Jeans, mais classique au point de vue anglais.

Ce point de vue anglais semble même avoir un peu hypnotisé l'auteur. Certes, la science électrique classique doit beaucoup à Faraday et à Maxwell ; mais elle ne doit pas moins à Ampère, et le lecteur sera surpris de l'ignorance presque complète où le Professeur Jeans semble être à l'égard de celui que Maxwell appelait le « Newton de l'électricité ». Il ne sera sans doute pas moins surpris en constatant que l'auteur ignore totalement Helmholtz.

Tous les développements mathématiques de la pure logique analytique, si chère aux théoriciens français, sont supprimés dans le livre, dès qu'ils ne présentent pas une utilité immédiate pour l'étudiant.

Des théorèmes généraux, comme celui de Green ou de Stokes, des principes fondamentaux comme celui de Hamilton, les équations de Lagrange elles-mêmes, c'est-à-dire toute la Mécanique, tout cela est présenté comme des outils commodes permettant de résoudre une difficulté survenue accidentellement au cours de l'étude d'un phénomène.

L'ouvrage gagne ainsi en clarté et en simplicité ce qu'il perd au point de vue de « l'esthétique », si l'on peut ainsi parler. Ecrit dans un anglais très simple, la lecture pourra en être fort utile à tout étudiant et à tout ingénieur désireux de se mettre, sans trop de peine, au courant des théories de l'Electricité et du Magnétisme.

V. CRÉMIEU.
Docteur ès sciences.

Despaux (A.), *Ingénieur des Arts et Manufactures.* — **L'Electricité dévoilée.** — 1 *vol. in-8° de* 231 *pages* (*Prix* : 3 *fr.* 50.) *Société d'Editions techniques. Paris,* 1909.

Campredon (L.), *Ancien Chef des Laboratoires des Forges de Fourchambault et des Aciéries de Trignac.* — **Guide pratique du Chimiste métallurgiste et de l'Essayeur.** — *Deuxième édition, revue, corrigée et augmentée avec la collaboration de* M. G. CAMPREDON. — 1 *vol. gr. in-8° de* 859 *pages.* (*Prix* : 30 *fr.*) *Béranger, éditeur. Paris,* 1909.

Les métallurgistes et les essayeurs se sont servis avec profit de la première édition de l'ouvrage de M. Campredon. La *Revue* en a donné un compte rendu élogieux très mérité.

Cette première édition comprenait, outre l'analyse des métaux et des minerais, l'analyse de matières journellement employées par le métallurgiste : les combustibles, les gaz, les matières réfractaires, les eaux industrielles.

L'ouvrage renfermait d'excellentes observations personnelles, surtout à l'égard des fers et des combustibles; des indications précieuses relatives au prélèvement des échantillons et à la répartition des impuretés dans les métaux fondus; des renseignements fort utiles en ce qui concerne les marchés des minerais. A côté d'excellentes méthodes, quelques unes n'étaient malheureusement pas à l'abri de la critique.

Dans la seconde édition, qui paraît aujourd'hui, on retrouve les précieux renseignements et les utiles observations de la première. On y retrouve même la plus grande partie de cette première édition, et c'est dommage, car le livre aurait beaucoup gagné à tenir compte, plus qu'il ne l'a fait, des résultats très heureux acquis en France et à l'Etranger pendant ces dix dernières années. Néanmoins, on y découvre des additions tout à fait actuelles, comme l'analyse des lithopones, du carborundum, et quelques perfectionnements de méthodes, en particulier dans les analyses des petits métaux (Tungstène, Vanadium, Titane, Molydène).

On ne peut pas indéfiniment coudre des pièces neuves sur un vieux drap, si bon que soit ce drap. Il arrive un moment où il faut tout remettre à neuf. C'est, sans doute, ce que fera M. Campredon lorsqu'il nous donnera sa troisième édition, qui, elle, sera complètement refondue. Nous lui souhaitons prompte venue et, en attendant, nous ne doutons pas que l'édition présente ne reçoive le meilleur accueil.

A. HOLLARD,
Chef du Laboratoire central des Usines
de la Cie française des Métaux.

André (Gustave), *Professeur à l'Institut Agronomique de Paris; Agrégé de la Faculté de Médecine.* — **Chimie agricole.** Tome I : **Chimie végétale.** — 1 *vol. de* 560 *pages de l'Encyclopédie agricole. J.-B. Baillière, éditeurs. Paris,* 1909.

Ce livre n'est pas seulement intéressant au point de vue de l'enseignement supérieur agricole; il représente surtout la partie chimique de l'enseignement de la Physiologie végétale, tel qu'on le donne, notamment, dans les Facultés des Sciences.

Si beaucoup de volumes de l'Encyclopédie agricole sont rédigés par des élèves qui ont donné une idée de l'enseignement de leurs maîtres, celui-ci est rédigé par le professeur lui-même, dont le nom reste associé à celui de Berthelot dans tant de travaux de Chimie analytique relatifs aux végétaux. On peut donc prédire à cet ouvrage qu'il sera beaucoup lu, et d'autant plus apprécié qu'aucune tentative semblable n'avait été faite depuis longtemps Nous y voyons une synthèse des doctrines actuelles, avec les nouvelles tendances suggérées par les actions diastasiques et catalytiques, le rôle des toxines et des corps antitoxiques.

L'ancienne théorie de la nutrition minérale de Liebig, qui paraissait triompher encore il y a vingt ans, va sembler bientôt sinon caduque, du moins singulièrement incomplète, à la lumière des faits mis en évidence par les théories pastoriennes et par les nouvelles théories chimiques, par tout ce qu'on peut soupçonner, déjà, du rôle de corps tels que le manganèse, le zinc., le fer, le magnésium. Il n'est pas jusqu'au fonction-

nement toujours si obscur des chlorophylles et de leurs dérivés qui ne se trouve, désormais, envisagé à un point de vue plus moderne. Assurément, le tome II, sur la Chimie de la terre arable, sera amené à sacrifier davantage encore les notions anciennes trop générales, et montrera combien tant de questions, qui sont insuffisamment connues, méritent d'être reprises. A voir la complexité des phénomènes de nutrition des plantes inférieures les plus simples, on peut, en effet, préjuger combien les idées admises sur la nutrition des plantes supérieures doivent être schématiques et seulement approchées.

On trouve, dans ce volume, la mention d'un très grand nombre d'auteurs. Malheureusement, il n'y figure guère d'indications bibliographiques détaillées, et c'est une lacune que regretteront certainement les étudiants. Néanmoins, un ouvrage autorisé de Chimie végétale manquait dans notre littérature récente. En rédigeant celui-ci, M. G. André a bien servi la cause des recherches de Biologie végétale. EDMOND GAIN,

Professeur adjoint à la Faculté des Sciences, Directeur des Etudes agronomiques à l'Université de Nancy.

3° Sciences naturelles

Cyon (Dr E. de). — **Das Ohrlabyrinth als Organ der mathematischen Sinne für Raum und Zeit (Le Labyrinthe de l'Oreille comme organe des sens mathématiques de l'espace et du temps).** — *In-8° de* XVII-425 *pages, avec* 45 *figures,* 5 *planches. Julius Springer, éditeur. Berlin,* 1908.

M. de Cyon a réuni, dans ce volume, l'ensemble des travaux qu'il a consacrés aux fonctions des canaux semi-circulaires, et y a donné à la théorie du sens de l'espace, qu'il a édifiée sur ces recherches, une forme sans doute définitive. L'ouvrage est divisé en sept chapitres.

Le chapitre I traite des bases expérimentales de la théorie. L'auteur y rappelle que, dès 1872, reprenant les expériences de Flourens, il a conclu que les terminaisons nerveuses des ampoules des trois canaux reçoivent une série d'impressions qui nous servent à former des représentations inconscientes sur la position de notre tête, et indirectement de notre corps dans l'espace. Les principaux motifs de son opinion étaient : 1° la disposition anatomique des canaux; 2° la régularité absolue avec laquelle la section de chaque canal produit des mouvements dans un plan parallèle à celui du canal; 3° l'influence que les positions anormales de la tête exercent sur les mouvements et sur l'équilibre du corps. En effet, M. de Cyon était arrivé à provoquer des troubles tout à fait semblables à ceux décrits par Flourens, soit en imprimant à la tête, par des procédés divers, des attitudes anormales, soit en déterminant un strabisme artificiel, au moyen de lentilles prismatiques.

Il était donc probable que les troubles de l'équilibre qu'entraînent les positions anormales de la tête, à la suite de la section des canaux, étaient dus aux troubles des sensations visuelles.

M. de Cyon fut ainsi amené à rechercher l'influence que les lésions des canaux pouvaient exercer sur l'appareil moteur de l'œil, qui joue un si grand rôle dans nos représentations touchant la disposition des objets dans l'espace, et il fut le premier à observer ce fait remarquable que l'excitation de chaque canal provoque des oscillations des globes oculaires, dont la direction est déterminée par le choix du canal excité. Ainsi se trouvaient établies des relations physiologiques entre les centres oculo-moteurs et ceux auxquels aboutissent les fibres nerveuses des canaux semi-circulaires, c'est-à-dire, en se plaçant au point de vue de l'auteur, qu'ainsi étaient mis en évidence des rapports fonctionnels entre les sensations qui nous indiquent la disposition des objets dans l'espace et celles qui nous donnent la notion d'espace.

M. de Cyon a donc vu se confirmer peu à peu sa théorie par les expériences variées que, de 1872 à 1878, il a instituées chez le pigeon, le lapin, la grenouille, expériences que nous venons de résumer dans les grandes lignes, et dont il a donné un exposé détaillé dans ce chapitre. Le tableau des troubles consécutifs, soit à la section isolée ou combinée des canaux, soit à leur destruction unilatérale ou bilatérale, la description des méthodes, encore classiques aujourd'hui, qui permettent d'exécuter ces dernières opérations sans perte de sang et sans lésion des organes voisins, y prennent la plus grande place.

Ainsi que l'indique suffisamment le titre du chapitre II : « Lutte contre les doctrines erronées sur les fonctions des canaux. Expériences de rotation chez l'homme et les animaux », l'auteur s'y attache surtout à combattre, par la voie de l'expérimentation, les principales théories émises sur le rôle des canaux, en particulier celles du sens de rotation et du sens statique. Goltz avait admis, comme on sait, que les changements de pression de l'endolymphe dans les divers mouvements de la tête provoquent des sensations qui, suivant qu'elles partent de tel ou tel canal, nous renseignent sur l'orientation de notre tête par rapport à ses axes, et, en se combinant, règlent l'équilibre de la tête et, par suite, celui du corps. Pour Crum-Brown, Mach, Breuer, Yves Delage, les canaux sont, soit les organes des sensations d'accélération, soit ceux du sens de rotation, et, pour la plupart de ces expérimentateurs, la sensibilité en est mise en jeu par des mouvements ou des pressions de l'endolymphe. Nombreux sont les arguments que M. de Cyon oppose à ces théories. L'endolymphe n'a rien à voir avec les mouvements réactionnels que l'on observe pendant la rotation, puisque ni la compression des canaux membraneux, ni leur immobilisation, ni l'écoulement de l'endolymphe ou de la périlymphe ne donnent lieu à ces mouvements. Au surplus, ils persistent après la section des nerfs auditifs ou l'ablation bilatérale des canaux.

Des expériences de rotation que l'auteur a instituées chez l'adulte, l'enfant, chez les animaux d'espèces diverses, placés dans les conditions les plus variées, il conclut que les mouvements dits compensateurs des yeux sont dus aux sensations visuelles et que les mouvements de rotation de la tête et du corps sont des actes de défense par lesquels l'homme et l'animal réagissent contre la rotation inusitée qu'on leur impose.

En outre, si l'on imprime brusquement à un pigeon des mouvements rectilignes, soit à droite, soit à gauche, on observe les mêmes mouvements compensateurs de la tête et des yeux que pendant la rotation : celle-ci n'est donc pas nécessaire pour les produire.

L'illusion optique qui, dans les traversées des grandes courbes de chemin de fer, nous fait paraître les poteaux télégraphiques et les édifices élevés inclinés vers les wagons à l'intérieur de la courbe, n'est pas non plus, comme l'ont soutenu Mach et Breuer, sous la dépendance du labyrinthe; elle tient simplement à la surélévation du rail extérieur dans les courbes. Enfin, on ne voit pas à quel besoin répond l'existence d'un sens spécial de rotation.

Dans le chapitre III, M. de Cyon expose comment est née sa théorie, et quels sont les développements qu'il a été peu à peu amené à lui donner. De bonne heure, ses expériences l'ont conduit à cette conclusion que la vraie solution du problème qui partage les naturistes et les empiristes doit être cherchée dans l'existence de cet organe sensoriel, dont les trois canaux ne sont ainsi disposés dans trois plans perpendiculaires entre eux que pour nous donner des sensations de direction ayant les mêmes rapports entre elles. A l'aide de ces sensations, qui correspondent exactement aux trois coordonnées de l'espace, il se forme dans notre cerveau la représentation d'un espace à trois dimensions sur lequel se projette l'espace

visuel et l'espace tactile. L'existence d'un sixième sens, d'un sens spécial de l'espace, résout donc toutes les difficultés que rencontrent et l'apriorisme de Kantz et la théorie empiriste qui n'était valable que pour l'espace visuel et en désaccord avec la loi de l'énergie spécifique des nerfs.

Cette théorie fournit aussi une explication facile du vertige. Celui-ci se produira toutes les fois qu'il y aura désaccord entre l'espace visuel ou tactile (espace objectif de Purkinje) et l'espace idéal (ou subjectif de Purkinje). Les désordres de la motilité, qu'on observe après la section des canaux, sont intimement liés à ces fausses représentations de l'espace, ou, pour mieux dire, au manque d'harmonie entre l'espace vu et l'espace formé à l'aide des sensations provenant des canaux.

M. de Cyon trouve encore une nouvelle confirmation de sa théorie dans les observations faites sur les sourds-muets, et que Kreidl avait cru pouvoir invoquer en faveur de la théorie de Mach. Parmi les sujets atteints de cette infirmité, ceux dont les canaux semi-circulaires ne fonctionnent plus ignorent le vertige de rotation : c'est qu'en effet le désaccord entre l'espace visuel et l'espace idéal ne peut se produire chez eux. Il y a loin de cette théorie à celle des auteurs qui voient dans le labyrinthe un organe spécial pour le vertige de rotation, comme pour les sensations de rotation. S'appuyant sur les expériences de Strehl et de Jensen, M. de Cyon soutient, en effet, que le labyrinthe est étranger au vertige galvanique.

Cependant, ni les troubles de l'orientation dans l'espace, ni le vertige qui s'y rattache et qui est proprement un vertige visuel, ne peuvent expliquer entièrement la « folie » musculaire que l'on observe après l'ablation bilatérale des trois canaux. Ceux-ci, en effet, président non seulement à l'orientation dans les trois plans de l'espace et au choix de celle des directions dans laquelle les mouvements doivent être exécutés, mais aussi à la coordination des centres nerveux qui assurent le maintien de cette direction. Les forces d'innervation de ces centres, comme aussi de ceux qui gouvernent l'équilibre, sont de préférence réglées, quant à leur intensité et leur durée, par le labyrinthe. L'influence que les canaux exercent sur les centres, et par suite sur les mouvements, est donc une influence modératrice, comme l'avait déjà entrevu Flourens : c'est dans ce sens qu'on peut parler d'un tonus d'origine labyrinthique.

Il ne faudrait pas attribuer à ces canaux, comme semble l'indiquer la dénomination créée par Ewald (*labyrinthtonus*), la faculté de maintenir d'une façon continue les muscles du corps en état d'activité tonique. Ce sont, au contraire, des résistances opposées à un ensemble d'énergies nerveuses centrales qui disparaissent avec le pouvoir régulateur du labyrinthe.

Le chapitre IV est consacré, en grande partie, aux expériences faites sur des Vertébrés à un ou deux canaux seulement, et sur des Invertébrés. Si la théorie de l'auteur est justifiée, les animaux pourvus seulement d'une ou de deux paires de canaux ne doivent connaître qu'une ou deux directions, et, par conséquent, ne s'orienter aussi que dans une ou deux directions. C'est ce qui se vérifie chez la lamproie, qui n'a normalement que deux paires de canaux, et chez les souris dansantes japonaises, chez lesquelles, du moins d'après Rawitz, une seule paire de canaux, celle des canaux verticaux supérieurs, fonctionne normalement, les deux autres paires étant atrophiées. M. de Cyon a étudié minutieusement le mode de locomotion, les facultés auditives de ces petites bêtes, la façon dont elles se comportent à la lumière ou dans l'obscurité, etc. Ce qui ressort de plus essentiel de ces observations, c'est que ces souris ne peuvent se mouvoir que dans une seule direction, à droite ou à gauche, et que ces mouvements se transforment habituellement en mouvements de manège et de danse ; il leur est impossible de marcher droit en avant ou en arrière, ou de se mouvoir dans le sens vertical.

M. de Cyon rappelle aussi, dans ce chapitre, que, dès 1878, il avait émis l'opinion que, chez les Invertébrés, les otocystes doivent remplir les mêmes fonctions que l'appareil des canaux semi-circulaires chez les Vertébrés, et que, depuis lors, les expériences de Yves Delage ont démontré que leur destruction produit, en effet, la désorientation locomotrice des animaux qui l'ont subie. Divers expérimentateurs ont soutenu que la pesanteur exerce son influence sur l'orientation des animaux (Poissons et Invertébrés) par l'intermédiaire de l'appareil otolithique. Pour l'auteur, l'existence de ce sens géotropique n'est pas mieux fondée que celle du sens statique, dont elle est une variante.

M. de Cyon arrive aussi à s'occuper des pigeons voyageurs. Il fait remarquer que, si ces pigeons doivent, comme les autres animaux, la faculté de se mouvoir dans les trois directions de l'espace aux canaux du labyrinthe, ils ne peuvent nullement s'en servir de guides quand ils doivent s'orienter à distance : c'est à tort qu'on lui a attribué cette opinion. Il faut distinguer entre l'orientation locomotrice et l'orientation lointaine. Celle-ci s'accomplit surtout à l'aide du sens de la vue et d'un sens spécial qui réside dans la muqueuse olfactive, et peut-être dans les sinus frontaux, mais distinct de la faculté olfactive, et qui permet à l'animal d'apprécier les qualités du vent (direction, intensité, température).

Ce chapitre se termine par des considérations générales sur la différenciation fonctionnelle des diverses parties du labyrinthe, sur les phénomènes d'excitation ou d'inhibition dont elles sont le point de départ. Parmi les excitations qui agissent sur les terminaisons nerveuses du labyrinthe, les unes seraient continues, tels les bruits entotiques, la pression et la composition chimique de l'endolymphe, etc.; les autres sont momentanées et représentées par les sons. Les unes et les autres ont un rôle différent et s'exercent aussi sur des parties différentes. Les premières agissent surtout sur les cils courts du saccule et de l'utricule et servent à la régulation des forces d'innervation. Les secondes agissent sur les cils des ampoules, et, en même temps qu'elles nous renseignent sur la direction des sons, elles provoquent les trois sensations d'espace. Ainsi les otocystes n'ont vraisemblablement pas de fonctions sensorielles; ils exercent une action modératrice sur les centres moteurs pendant le repos, et régulatrice du mouvement pendant l'activité. Chez les Invertébrés, ils suffisent seuls à cette tâche, mais, chez les Vertébrés, ils ont besoin du concours des véritables organes sensoriels, non seulement des canaux semi-circulaires qui fournissent à l'animal les notions de direction, mais aussi de l'organe de Corti dont les terminaisons constituent, avec le centre cérébral auquel elles aboutissent, un appareil de mesure pour les excitations distribuées aux muscles. L'auteur reviendra, comme on verra, dans un chapitre spécial, sur cette fonction du limaçon.

Dans le chapitre V, M. de Cyon étudie exclusivement les illusions de direction. Les sujets ayant les yeux bandés, et, pour plus de précaution, étant dans l'obscurité, tracent, au moyen d'un crayon et d'une règle, des lignes verticales et horizontales sur un papier vertical, des lignes transversales et sagittales sur un papier horizontal. On peut donc mesurer sur les tracés l'écart de la direction par rapport à la direction vraie, et les rapports entre les écarts des directions diverses. M. de Cyon a, de la sorte, passé successivement en revue l'influence de la position droite de la tête sur ces illusions, celle de sa rotation autour de ses divers axes, celle de la position des globes oculaires et de la direction des sons, les erreurs dans l'appréciation de la direction des vibrations sonores et de la direction des parallèles, enfin l'illusion signalée par Aubert. Les résultats obtenus sont illustrés par 45 figures; il n'est pas possible de les reproduire tous ici, même en résumé : nous nous bornerons à mentionner les plus dignes d'intérêt. Un fait

remarquable, c'est que la plupart des sujets ont de la tendance à ne pas s'écarter de l'angle droit, ce qui prouverait que le cerveau conserve constamment l'image des trois directions de l'espace dans leurs rapports exacts, telle que nous la fournit le système des coordonnées rectangulaires des trois canaux. En second lieu, les illusions de direction, qui se produisent dans les diverses rotations de la tête, sont sous la dépendance de l'inclinaison des plans des trois canaux. Enfin, le fait que les sensations auditives renforcent ces illusions, et que, d'autre part, les illusions dans l'appréciation de la direction des sons se montrent soumises, par une même rotation de la tête, aux mêmes lois que les autres illusions de direction, confirment l'opinion déjà exprimée plus haut que l'excitant normal des terminaisons nerveuses des canaux semi-circulaires doit être cherché dans les ondes sonores.

Le chapitre VI, qui traite « des bases physiologiques de la Géométrie d'Euclide », est un essai pour ramener les axiomes et les définitions d'Euclide à leur origine naturelle, aux sensations fournies par le labyrinthe. Voici, à titre d'exemple, quel est le mécanisme physiologique de notre notion de la ligne droite, plus court chemin d'un point à un autre. Chaque vibration sonore produit, en même temps que la sensation de son ou de bruit, une sensation de direction. L'excitation des nerfs ampullaires provoque alors des mouvements des yeux, et au besoin de la tête et du corps entier, destinés à diriger la ligne visuelle dans la direction perçue afin d'en découvrir la cause. Le chemin le plus court qui conduit de la source d'excitation au point où a lieu la perception est la ligne droite de cette direction. Cette ligne droite coïncide avec la ligne visuelle; elle est limitée, d'une part, par le point d'excitation, d'autre part, par le point de perception; elle indique ainsi la distance entre ces deux points. Mais la direction idéale de cette ligne n'a pas de limites; elle peut s'étendre à l'infini, conformément à la définition d'Euclide. Et ainsi des autres axiomes. Quant à la Géométrie non-euclidienne, elle a son origine dans de pures opérations de l'esprit : ses formes d'espace ne sont pas naturelles, et, partant, presque inaccessibles à notre représentation.

Le « sens du temps et le concept des nombres » font l'objet du VIIe et dernier chapitre. En 1886, Yves Delage, après avoir écrit que l'hypothèse d'un sens spécial de l'espace lui paraissait chose inutile, ajoutait : « Si M. de Cyon n'est pas de cet avis, je lui demanderai de me montrer le sens spécial du temps dont la notion est tout à fait comparable, au point de vue métaphysique, à celle de l'espace ». Il semble que ce chapitre soit une réponse à cette invitation. Voici quelle est, pour l'auteur, l'origine de l'idée de succession. Nous avons conscience que les phénomènes se suivent dans le temps suivant un certain ordre, une certaine direction. Quelle est cette direction? C'est, dit M. de Cyon, la direction sagittale : elle correspond donc à la même coordonnée du sens de l'espace : « Le passé et l'avenir, c'est-à-dire ce qui est derrière nous et ce qui est devant nous, correspondent à la direction arrière-avant. » Par conséquent, les sensations de direction et les canaux semi-circulaires auxquels nous devons la représentation des trois dimensions de l'espace servent aussi à former notre représentation de la seule dimension du temps.

L'auteur développe ensuite cette idée que c'est aux vibrations sonores, c'est-à-dire à l'organe de Corti, que nous sommes redevables du concept de la durée, et surtout du concept des nombres. Les excitations que les sons exercent sur les terminaisons nerveuses du limaçon, et qui sont douées à un si haut degré des qualités de rythme et de mesure, permettent aux centres nerveux qui les reçoivent de régler, avec une finesse et une précision extrêmes, la durée et le nombre des excitations distribuées aux muscles, au moment de leur activité. Ces centres représentent donc de véritables appareils de mesure et de calcul, et le limaçon doit être considéré comme l'organe du sens arithmétique, de même que l'appareil des trois canaux est l'organe du sens géométrique.

Les physiologistes sauront gré à M. de Cyon d'avoir mis à leur portée, dans ce livre, toute la série de ses importants travaux, qui occupent une si large place parmi ceux que l'art expérimental a tentés pour résoudre un problème difficile. Mais l'ouvrage, et surtout ses deux derniers chapitres, s'adresse aussi aux philosophes et aux mathématiciens, qui trouveront, et ont déjà trouvé, dans les idées originales et hardies qui y abondent, matière à réflexion et à discussion.

E. Wertheimer,
Professeur de Physiologie
à la Faculté de Médecine de Lille.

4° Sciences médicales

Gautier (Armand), *Membre de l'Institut et de l'Académie de Médecine, Professeur à la Faculté de Médecine de Paris.* — **L'Alimentation et les Régimes chez l'homme sain ou malade.** — 3e *édition revue et augmentée.* 1 *vol. gr. in*-8° *de* 751 *pages.* (*Prix* : 12 *fr.*) *Masson et Cie, éditeurs. Paris*, 1909.

Avec ce Traité, M. le Professeur Gautier a ouvert à l'étude une voie encore inexplorée chez nous, et, du premier coup, son œuvre a atteint la perfection. Aussi a-t-il obtenu un grand succès, si bien que l'ouvrage en est déjà à sa troisième édition.

Le Traité se divise en trois parties :

Dans la première, l'auteur expose le but et les principes de l'alimentation, les méthodes pour déterminer les rations de repos, de travail et d'accroissement, les transformations énergétiques subies par les aliments, les lois de la calorimétrie humaine, le mécanisme cellulaire de l'assimilation et de la désassimilation. C'est la partie physiologique.

La seconde partie est consacrée à l'étude des aliments de toute sorte : animaux, végétaux, minéraux, solides, liquides ou gazeux. Avec une compétence magistrale, le Professeur Gautier fait connaître la composition chimique des aliments, leurs transformations dans l'organisme, leur préparation, leurs falsifications, les intoxications qui en dérivent. C'est la partie majeure du livre.

Dans la troisième, l'auteur expose les Régimes et leur adaptation aux diverses conditions physiologiques et pathologiques. Il montre les variations de régime imposées par les races, les climats, les saisons, le genre de travail, l'âge. Il étudie les régimes insuffisants, les régimes de suralimentation et leurs inconvénients. Puis il indique la composition des régimes exclusifs : végétarien, carné, lacté; les raisons qui font rechercher ou imposer ces régimes, et celles qui doivent faire rejeter de l'alimentation ordinaire de l'homme tout régime exclusif.

Les régimes de travail, en rapport avec le budget des ouvriers, les régimes des hôpitaux, des hospices et des prisons se trouvent dans cette partie de l'ouvrage.

Enfin, l'auteur passe en revue les régimes qui conviennent aux diverses maladies aiguës et chroniques, et l'alimentation par les moyens artificiels, nécessaire pour certains malades.

Si l'on compare la troisième édition à la première, on y retrouve la même clarté, la même précision, qui en rendent la lecture si attrayante ; l'intérêt en est encore accru par l'addition de documents nouveaux sur l'alimentation des ouvriers et des soldats; la proportion des déchets inutilisables des aliments, tels qu'ils sont fournis aux consommateurs; le parasitisme des viandes comestibles et les accidents de botulisme; l'origine des matières minérales des aliments; l'emploi du sucre comme source d'énergie, etc.

C'est dire qu'avec l'intérêt croissant qui s'attache aujourd'hui aux questions d'alimentation, la troisième édition est certaine d'avoir le même succès que les précédentes.

Dr Marcel Labbé,
Professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Paris.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 15 Février 1909.

M. **E. Jungfleisch** est élu membre de la Section de Chimie, en remplacement de M. Ditte, décédé.

1° Sciences mathématiques. — M. **G. Darboux** montre comment on peut obtenir effectivement, par une construction géométrique ne laissant place à aucune indétermination, les familles de Lamé qui sont composées de cyclides de Dupin. — M. **D. Eginitis** présente ses observations de la comète 1908 *c* (Morehouse) faites à l'Observatoire d'Athènes. — M. **A. Angot** signale l'enregistrement de mouvements sismiques le 9 février à l'Observatoire du Parc Saint-Maur.

2° Sciences physiques. — M. **H. A. Perkins** communique ses recherches sur l'effet sélectif dans l'ionisation d'un gaz par un champ alternatif. — MM. **C. Féry** et **C. Cheneveau** montrent que les divergences signalées dans le point de fusion du platine (1-690° à 1-740°) tiennent à la nature du milieu gazeux dans lequel se produit la fusion. — M. **A. Perot** a observé un renversement dissymétrique, avec déplacement vers le rouge, de la radiation verte émise par l'arc au mercure dans le vide, lorsqu'on augmente la pression. — M. **A. Gargam de Montcetz** a étudié le relèvement, après une certaine valeur minimum, de la courbe des noircissements d'une plaque photographique solarisée. Ce relèvement est dû aux rayons infra-rouges et ultra-violets, tandis que les rayons bleus s'y opposent. — M. **A. Leduc** a redéterminé la compressibilité d'une vingtaine de gaz entre 0 et 3 atm., à toute température. Il donne diverses constantes de ces gaz et leur coefficient moyen d'écart à la loi de Mariotte. — M. **P. Pascal** a déterminé la susceptibilité magnétique de quelques gaz facilement liquéfiables. Le produit de cette constante par le poids moléculaire paraît être une fonction du nombre des atomes dans la molécule. — MM. **E. Kohn-Abrest** et **J. Carvallo** déduisent des phénomènes thermiques accompagnant l'action de l'eau sur la poudre d'Al que les grains d'Al sont attaqués partiellement pour former des oxydes d'Al hydratés. — M. **J. Bougault** : Oxydation catalytique de l'acide hypophosphoreux par le cuivre (voir p. 237). — M. **R. Pointet** a observé que l'acide diphénylglycidique fait exception à la méthode générale de préparation des aldéhydes au moyen des acides glycidiques; distillé dans le vide, au lieu de se décomposer en CO^2 et aldéhyde, il fournit CO et de l'acide diphénylacétique. — MM. **R. Lespieau** et **Viguier**, en fixant HBr sur l'acide γ-oxytétrolique, ont obtenu un acide monobromé, F. 158°-160°, et une lactone monobromée, F. 77°; la fixation de l'iode donne un acide $CH^2OH.CI:CI.CO^2H$, F. 173°-175°. — M. **G. Denigès** a constaté que les réactions colorées de la dioxyacétone avec certains produits organiques, notamment les phénols, en milieu sulfurique sont dues au méthylglyoxal qui se forme intermédiairement. — M. **E. de Stoecklin** a observé l'oxydation de l'alcool éthylique sous l'influence simultanée du tannate de fer et de l'eau oxygénée. Il se forme de l'aldéhyde, dont une partie est absorbée par le tannin et une autre partie oxydée en acide acétique.

3° Sciences naturelles. — M. **Guyénot** décrit une nouvelle méthode d'électro-diagnostic, utilisant la décharge instantanée d'un condensateur dans un inducteur sans fer et permettant d'évaluer le degré de récupération fonctionnelle du système neuro-musculaire pendant le traitement des paralysies et parésies motrices d'origine périphérique. — M. **M. Baudouin** présente une série de moulages en plâtre des gravures sur rochers qu'il a découvertes à l'île d'Yeu. Ces gravures paraissent remonter à l'époque de la pierre polie. — M. **Aug. Michel** a observé à Naples quelques cas de production anormale de têtes supplémentaires (jusqu'à 12) chez des Syllidiens en stolonisation. — M. **G. Lapie** divise l'Algérie, au point de vue botanique, en trois régions : le domaine mauritanien septentrional, le domaine mauritanien méridional et le domaine des hautes montagnes atlantiques. — M. **L. Daniel** a constaté que, dans les plantes vivaces à rhizomes greffées sur plantes annuelles, le sujet et le greffon réagissent l'un sur l'autre : le greffon forme des tubercules aériens dans un grand nombre de cas; le sujet utilise en partie les matériaux nutritifs du greffon à la formation d'un tissu ligneux anormal. — M. **F. Baco** a reconnu que la greffe ne maintient pas d'une façon absolue les caractères des vignes qu'on associe, qu'il s'agisse du sujet ou du greffon. — M. **Chifflot** a observé le retour du *Zea Mays* L. à la forme ancestrale *Zea Meys* L. var. *tunicata* sous l'influence du traumatisme parasitaire de l'*Ustilago Maydis*, qui provoque la castration thélygène. — Mme **Paul Lemoine** montre que la caractéristique du *Lithophyllum* est la présence d'un tissu compact, parcouru par d'épaisses bandes dues à l'épaississement des cloisons des cellules, tandis que le *Lithothamnion* se distingue, au contraire, par un tissu lâche constitué par des files de cellules en chapelet. — M. **D. P. Oehlert** a constaté que la bordure méridionale du géosynclinal de Brest-Sablé, ainsi que celle des synclinaux des Coevrons et de Pail situés plus au Nord, ont été particulièrement affectées par les poussées venant du Sud. — M. **J. Thoulet** montre que l'eau des océans emprunte aux poussières cosmiques une partie au moins du fer qu'elle contient, lequel, sous l'influence de la matière organique, se précipite ensuite dans le fond sous forme de croûtes ou de grains oolithiques riches en phosphore.

Séance du 22 Février 1909.

1° Sciences mathématiques. — M. **H. Poincaré** montre comment on peut ramener les problèmes relatifs aux ondes hertziennes à l'intégration d'une équation de Fredholm. — M. **A. Demoulin** introduit l'emploi d'une figure de référence mobile en Géométrie et signale les avantages qu'on en peut attendre. — M. **B. Hostinsky** présente ses recherches sur quelques figures déterminées par les éléments infiniment voisins d'une courbe gauche. — M. **W. Stekloff** poursuit l'étude de l'application du théorème généralisé de Jacobi au problème de Jacobi-Lie. — M. **R. de Montessus** montre que le théorème de Sturm sur la recherche des racines des équations numériques s'applique aux équations transcendantes sous réserve de conditions de continuité faciles à énoncer. — M. **L. Lecornu** montre que l'addition des quatre forces auxquelles est soumis un aéroplane en translation donne un quadrilatère dont la considération facilite l'étude des conditions de marche de l'appareil. — M. **R. Arnoux** a reconnu que le maximum de puissance propulsive d'une hélice tournant à vitesse angulaire constante w a lieu lorsque sa vitesse de translation par rapport à l'air ambiant est égale à la moitié de la vitesse limite hw, h étant le pas de l'hélice.

2° Sciences physiques. — M. **G. Gouy** a étudié les décharges électriques dans les champs magnétiques intenses. Si le tube possède deux cathodes reliées métalliquement, chacune d'elles produit en général son faisceau magnéto-cathodique sans être influencée par

l'autre; mais, si les deux faisceaux viennent à coïncider, ils se renforcent mutuellement dans l'espace intercathodique. L'anode, bien dégagée de tout rayon magnéto-cathodique, se trouve entourée d'une belle couronne lumineuse. — M. **M. La Rosa** montre que la température de l'arc chantant, dans les conditions dans lesquelles il émet le spectre d'étincelle, est plus élevée que celle de l'arc ordinaire, et suffisante pour que des parcelles de carbone rencontrées par la décharge intermittente atteignent l'état liquide. — M. **Devaux-Charbonnel** a étudié par le calcul la constitution des lignes souterraines qui amènent dans les grandes villes les circuits téléphoniques. Il montre que le câble à faible capacité est celui qui présente les plus grands avantages, car il ne modifie que très peu l'intensité de la voix. — M. **A. Dufour** estime que le faisceau déviable des tubes à vide attribué par M. J. Becquerel à des électrons positifs est un faisceau-canal, produit dans des conditions qui diffèrent de celles dans lesquelles on se place d'habitude pour produire les rayons-canaux. — M. **G. D. Hinrichs** déduit des calculs effectués par sa méthode que le poids atomique du potassium est égal à 39 1/8 exactement. — M. **J. Gnezda** a constaté que tous les sucres qui possèdent le groupement CHO (ou un groupe cétonique qui, après addition d'alcali, est transformé en CHO) donnent avec l'α-méthylindol, à chaud et après addition d'HCl, un précipité vert caractéristique. — M. **M. Hanriot** a observé que les chloraloses (combinaisons du chloral avec les sucres) se transforment par oxydations en acide chloraliques. Seul, le mannose donne une lactone en C^6; tous les autres acides chloraliques sont en C^7, qu'ils proviennent d'un pentose ou d'un hexose. — MM. **E. Blaise** et **A. Koehler**, en faisant réagir les dérivés organo-métalliques mixtes du zinc sur les chlorures-éthers et les dichlorures des acides bibasiques, ont obtenu respectivement les acides cétoniques et les dicétones correspondantes. — M. **P. Carré**, en réduisant l'o-azobenzophénone par le sulfhydrate d'ammonium, a obtenu non l'hydrazoïque correspondant, mais son dérivé, l'Az-benzophénone-C-phénylindazol, F. 134°-135°. — MM. **X. Rocques** et **L. Lévy** ont reconnu que l'acide cyanhydrique n'existe que partiellement à l'état libre dans les kirschs vieux de deux à trois ans et qu'une portion notable de cet acide est en combinaison avec des dérivés gras à poids moléculaire élevé. — M. **C. Gerber** a constaté que le lait, au moment de la traite, donne des coagulations longues avec la présure de Papayer; mais, plus on s'éloigne du moment de la traite, plus la résistance du lait à la présure augmente. — M. **J. Wolff** a observé que les extraits de *Russula delica* ont, vis-à-vis de la tyrosine et d'un grand nombre de réactifs nouveaux des oxydases, leur maximum d'activité pour une réaction voisine de la neutralité à la phtaléine. — M. **E. Fouard** montre que l'amidon, espèce chimique unique, est simplement le produit de condensation, de degré variable et indéterminé, du maltose, véritable noyau moléculaire de cet hydrate de carbone. — M. **R. Huerre** a reconnu que l'optimum et les températures limites d'activité des deux groupes de maltases extraites des différentes sortes de maïs sont indépendants de la réaction du milieu, tant que celle-ci n'arrête pas l'hydrolyse, et de la présence d'un amino-acide tel que l'asparagine. — MM. **H. Bierry** et **J. Giaja** ont observé que les sucs digestifs des Mollusques et des Crustacés ont une action plus ou moins marquée sur les mannanes et les galactanes. — M. **A. Piédallu** a constaté que la moisissure du tannage à l'huile, le *Monascus purpureus*, acidifie les huiles, les épaissit et les colore en brun; elle sécrète une oxydase et doit jouer un rôle dans le chamoisage. — M. **G. André** a reconnu que les cotylédons d'une plante vivace paraissent fournir à la plantule qui en est issue des poids de matière minérale et d'azote comparables à ceux que les cotylédons de la plante annuelle mettent à la disposition de celle-ci, à la rapidité près. — MM. **P. J. Tarbouriech** et **P. Saget** ont extrait du *Rumex obtusifolius* un composé organo-ferrique, contenant 6,36 % de Fe, soluble dans HCl, et présentant d'étroites analogies avec les dérivés ferriques des nucléones.

3° Sciences naturelles. — M. **M. Doyon** a constaté, chez le chien, l'incoagulabilité du sang et la nécrose du foie à la suite de l'administration, pendant trente-cinq minutes, de chloroforme par inhalation. — MM. **J. Courmont** et **Th. Nogier** ont reconnu que l'eau soumise à l'action des radiations de la lampe à quartz à vapeur de mercure est complètement stérilisée au bout de une à deux minutes. — M. **E. Doumer** indique un procédé, basé sur l'emploi d'une boucle métallique reliée à un ampèremètre thermique, pour mesurer les champs magnétiques oscillants employés en d'arsonvalisation. — M. **de Keating-Hart** est parvenu à guérir rapidement les radiodermites profondes et rebelles en projetant sur la région malade quelques étincelles de haute fréquence. — M. **P. Bonnier** montre que les centres diaphylactiques ou centres de défense organique, qui règlent la sécrétion des antitoxines, sont sous la dépendance du bulbe. — M. **H. Piéron** a reconnu que la Patelle qui abandonne sa place sur les rochers pour aller à la recherche de sa nourriture y revient toujours exactement en suivant au retour le même chemin qu'à l'aller. Elle possède une mémoire précise des mouvements effectués et de la topographie de sa place. — M. **Y. Delage** annonce que les deux Oursins parthénogénétiques obtenus en 1907 à Roscoff viennent de mourir accidentellement après avoir atteint l'état adulte; l'examen a montré qu'ils appartenaient au sexe mâle. — M. **L. Bordas** a étudié la structure histologique de la spermathèque des Blattes; il a trouvé de l'extérieur vers l'intérieur : une membrane péritonéale, une assise musculaire, une membrane basilaire ténue, une couche épithéliale externe, un épithélium chitinogène et l'intima chitineuse. — MM. **A. Hébert** et **F. Heim** ont étudié la culture du sisal ou henequen; il est indiqué de reporter sur le sol de la plantation la totalité de la pulpe isolée au cours de la défibration des feuilles fraîches et de compenser par des engrais la perte due à l'exportation des fibres. — M. **F. Canu** montre que chaque période géologique est marquée par un perfectionnement morphologique, ou par une différenciation capitale, ou par l'apparition d'une nouvelle famille, ou par l'extinction d'une autre, dans le groupe des Bryozoaires.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 16 Février 1909.

M. **Meillère** est élu membre titulaire dans la Section de Pharmacie.

M. **E. Lancereaux** a employé avec succès la teinture de cantharides dans le traitement des néphrites épithéliales rebelles à l'administration des diurétiques. Ce médicament, qui, à une certaine dose, jouit de la propriété de détruire les épithéliums canaliculaires, peut, à une dose moins élevée, les modifier avantageusement et faire disparaître rapidement l'anurie provenant de l'obstruction des canalicules urinifères. — M. le Dr **Darier** lit un travail sur l'action paraspécifique du sérum de Roux dans les infections médicales et chirurgicales. — MM. **H. de Rothschild** et **Léopold-Lévi** communiquent un travail sur l'instabilité thyroïdienne et sa forme paroxystique.

Séance du 23 Février 1909.

M. **Ch.-A. François-Franck** présente un Rapport sur un travail de MM. **Tuffier** et **Mauté**, relatif à l'indice de réfraction du sérum sanguin dans les affections chirurgicales. Les auteurs montrent que, chez les malades qui n'ont pas d'œdème et dont l'indice de réfraction du sérum est au-dessous de la normale, on ne doit pratiquer que les opérations ayant un caractère de nécessité absolue, et autant que possible éviter l'anesthésie générale, en abrégeant aussi le traumatisme opératoire. — MM. **L. Landouzy** et **L. Lortat-Jacob**

rapportent l'histoire d'un myopathique atrophique du type scapulo-huméral, qu'ils ont suivi pendant près de trente ans. Le processus atrophique a donc évolué avec une grande lenteur. A part le cubital antérieur, aucun muscle n'a été trouvé normal; les fléchisseurs sont relativement moins atrophiés que les extenseurs. L'atrophie des muscles a produit de nombreuses lésions osseuses. Le système nerveux périphérique et central ne présentait aucune lésion. — M. le Dr **Coudray** lit une note sur la pathogénie des douleurs dites de croissance. — M. le Dr **Marchoux** lit un travail sur les migrations du bacille de la lèpre.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 13 Février 1909.

MM. **A. Pi Suñer** et **R. Turró** ont constaté que tous les chiens pancréectomisés sont diabétiques, quoiqu'ils ne soient pas tous glycosuriques. — MM. **A. Lelièvre** et **Ed. Retterer** ont reconnu que le tissu musculaire lisse est formé d'un complexus de cellules anastomotiques, possédant chacune, outre le noyau et la zone périnucléaire claire, la substance musculaire proprement dite et une écorce commune aux cellules voisines. — MM. **H. Busquet** et **V. Pachon** ont observé qu'une solution sodo-calcique, qui, employée comme liquide de circulation artificielle à travers le cœur, est capable d'entretenir le fonctionnement de l'appareil modérateur cardiaque, perd cette propriété par addition d'une faible dose de citrate neutre de soude. — M. **F. Lussana** a constaté que l'acide urique déprime la respiration des tissus, tandis que les urates et l'urée sont sans action sur elle. — M. **P. Delanoe** a observé la coexistence de l'anaphylaxie avec un certain état d'immunité chez le cobaye. L'hypersensibilité et l'immunité du cobaye vis-à-vis du bacille typhique ne sont pas rigoureusement spécifiques. — M. **A. Mouchet** décrit la disposition des vaisseaux lymphatiques du cœur chez l'homme et divers Mammifères. — M. **A. Conte** montre que la race des poules à cou nu est un type de variation brusque ; la coloration rouge des parties dénudées résulte de la persistance, chez l'adulte, d'un caractère transitoire, commun à tous les embryons de poule. — MM. **Cl. Regaud** et **G. Dubreuil** exposent l'état de la question des relations fonctionnelles des corps jaunes avec l'utérus non gravide. — MM. **W. Mestrezat** et **E. Gaujoux** ont analysé le liquide céphalo-rachidien dans un cas d'hydrocéphalie consécutive à un gliome du cervelet. A côté du glucose, ils ont pu mettre en évidence l'existence d'un principe réducteur autre ; ils ont aussi décelé la présence de nitrates. — M. **H. Carré** a reconnu que les distomes n'absorbent guère le sang en nature, qu'ils ne sécrètent pas de substances immédiatement nuisibles pour les hématies et qu'ils ne produisent pas de substances toxiques pour l'organisme du mouton. — M. **M. Doyon** a observé, chez un chien, l'incoagulabilité du sang et la nécrose du foie à la suite de l'anesthésie chloroformique. — MM. **M. Doyon** et **A. Policard** ont étudié les altérations du foie produites chez le chien précédent : elles consistent en nécrobiose et congestion de la région sus-hépatique du lobule. — MM. **P. Nubiola** et **J. Alomar** ont obtenu, dans les reins inhibés, après injection de parathyroïdine, une abondante sécrétion qui se manifeste douze à vingt-quatre heures après l'injection.

Séance du 20 Février 1909.

MM. **Ed. Retterer** et **A. Lelièvre** ont constaté que la structure du muscle utérin du cobaye varie aux divers stades fonctionnels : dense et dur hors de l'état de gestation, il s'épaissit par hyperplasie des éléments musculaires pendant la période de gestation. — MM. **H. Busquet** et **V. Pachon** montrent que l'action nocive qu'exerce le citrate de soude sur le cœur et le nerf vague relève d'un mécanisme proprement chimique d'immobilisation du calcium. Les ferro et ferricyanures ne possèdent pas la même action toxique. — MM. **Ch. Achard** et **M. Aynaud** ont reconnu que le bleu de Prusse injecté dans le sang possède des propriétés anticoagulantes, mais différentes de celles de la peptone et de l'extrait de sangsues. — MM. **L.** et **M. Lapicque** ont déterminé les consommations alimentaires d'oiseaux de grandeurs diverses en fonction de la température extérieure. — M. **A. Weber** montre que l'infection du noyau de la cellule hépatique par le pneumocoque se traduit par une augmentation de la chromatine sous forme de nucléoles ou de grains et par une paralysie de l'activité mitosique ou amitosique du noyau. — M. **P. Remlinger** a reconnu de nouveau que l'inoculation sous-cutanée de la substance nerveuse normale de lapin n'immunise pas ce dernier contre la rage et que le chien qui ingère des cerveaux de bœuf n'est pas vacciné davantage. — M. **M. Stépanoff** a observé que l'indice opsonique du sérum s'élève à la suite des injections d'extrait thyroïdien à des lapins ; cette action est attribuable à la thyréo-globuline. — M. **A. Sartory** poursuit ses recherches sur la stérilisation électrique de l'air. — MM. **G. Dubreuil** et **Cl. Regaud** ont déterminé les variations de volume de l'utérus par rapport à l'état des ovaires. En général, l'utérus est plus gros quand il y a dans les ovaires des corps jaunes formés ou en formation que quand il n'y en a pas. — MM. **H. Roger, L. Bory** et **A. Sartory** ont trouvé chez un malade porteur d'un phlegmon subaigu de l'amygdale une *Oospora* nouvelle, qu'ils nomment *O. buccalis*. — M. **Chr. Champy** a reconnu que la réduction chromatique est nettement quantitative chez les Batraciens anoures. — MM. **Et. Brissaud, E. Joltrain** et **A. Weill** montrent que l'éosinophilie sanguine et l'éosinophilie locale sont deux faits sinon constants, au moins fréquents, dans la sporotrichose humaine et expérimentale. — MM. **M. Doyon** et **A. Policard** ont constaté que l'injection intra-veineuse d'une solution d'acide arsénieux détermine chez le chien, parallèlement, des lésions hépatiques et une baisse de la teneur en fibrine du sang. — M. **G. Roussy** décrit un procédé de conservation de pièces macroscopiques dans la gélatine glycérinée en boîtes de Pétri. — M. **G. Seillière** signale une cause d'erreur fréquente dans le dosage des pentosanes, due à la fixation du furfurol par les tannins des végétaux. — MM. **P. Carnot** et **A. Lelièvre** ont reconnu l'existence d'un produit d'excrétion des cellules bordantes, qui évolue parallèlement au travail digestif. — MM. **O. Josué** et **H. Paillard** ont étudié les réactions vasculaires chez divers sujets soumis à l'épreuve de la glace posée sur le pli du coude. Chez les artério-scléreux, la pression subit des oscillations considérables. — MM. **L. Lutz** et **G. Oudin** ont fait l'étude pharmacologique des essences de persil françaises ; la myristicine qu'elles contiennent est à peu près inactive ; c'est l'éther de Thoms, plutôt que l'apiol cristallisé, qui leur donne leurs propriétés thérapeutiques spéciales. — M. **E. Maurel** termine ses expériences relatives à l'influence des vents ou des déplacements rapides sur les dépenses de l'organisme.

RÉUNION BIOLOGIQUE DE NANCY

Séance du 18 Janvier 1909.

MM. **G. Etienne, Rémy** et **Boulangier** ont constaté que l'injection de tuberculine chez les tuberculeux âgés produit une diminution immédiate du nombre des leucocytes, qui persiste après six mois. — M. **Ph. Lasseur** a étudié les cristaux verts produits par le *Bacillus chlororaphis* sur milieux solides. Ils deviennent jaunes en milieu oxydant et fondent alors à 236°. — MM. **P. Jeandelize** et **J. Parisot** ont observé que le sérum des lapins thyroïdectomisés, injecté à des lapins normaux, amène un abaissement de la pression artérielle. — M. **Th. Guilloz** étudie la répartition de l'énergie dans un spectre au point de vue visuel. Il montre, d'autre part, comment on peut réaliser par la photographie des

plaques d'absorption où la transmission se fait suivant une loi déterminée.

RÉUNION BIOLOGIQUE DE BUCAREST

Séance du 28 Janvier 1909.

M. V. Babes a trouvé, dans la plupart des reins malades, une substance colorable en bleu par le Gram-Weigert, qui fait défaut dans le rein normal. — MM. V. et Al. Babes ont isolé, à l'autopsie d'un malade mort d'un phlegmon emphysémateux, un microbe, colorable par le Gram et laissant voir dans sa ligne axiale un fil rouge; il est identique à un bacille déjà décrit par Fraenkel. — M. M. Ciuca signale la présence de fixateurs spécifiques dans le sérum antistreptococcique préparé à Bucarest. — M. D. Mezincescu a observé la présence du *Leucocytozoon Ziemmanni* et de Trypanosomes dans le sang de l'épervier. — Le même auteur a suivi l'évolution des ookynètes d'*Haemoproteus* dans l'intestin des moustiques; il a observé la phase d'élimination des pigments. — MM. C. Parhon et M. Goldstein ont constaté que de petits animaux thyroparathyroïdectomisés, qui continuent à être allaités par leur mère, survivent beaucoup plus longtemps à l'opération. — MM. A. Slatinéanu et D. Danielopolu ont obtenu dans un assez grand nombre de cas une réaction de fixation positive avec le sérum des lépreux et la lécithine comme antigène; la fixation est nulle, au contraire, avec le liquide céphalo-rachidien. — M. D. Danielopolu a reconnu que la tuberculine tant brute que précipitée dialyse par la membrane du sac de collodion, en conservant ses propriétés spécifiques.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 5 Février 1909.

M. Bochet : *Le moteur Diesel à combustion intérieure.* Les moteurs à gaz et à combustibles liquides peuvent fonctionner, soit par explosion sans compression préalable du mélange détonant, soit par explosion après compression de ce mélange, soit en introduisant graduellement le combustible dans l'air porté à haute température par une forte compression suivant le système Diesel. L'avantage économique de ce dernier mode d'utilisation du combustible est aisé à mettre en évidence en recourant aux diagrammes entropiques. Il résulte de la possibilité d'atteindre de hautes compressions sans avoir à redouter des explosions anticipées. L'inventeur, qui avait poursuivi tout d'abord la réalisation d'un cycle de Carnot, a vite compris les modifications qu'imposait la pratique. Le moteur Diesel fonctionne suivant le cycle à quatre temps. Au premier temps, le piston descendant aspire par la soupape d'admission de l'air pur. En remontant, durant le second temps, le piston comprime cet air jusqu'à la pression de 30 kilog. par centimètre carré, ce qui porte sa température à 500° ou 600°, c'est-à-dire bien au-dessus de celle nécessaire pour l'inflammation du combustible. Dès le début du troisième temps, ce combustible est injecté par l'ajutage central dans l'air ainsi échauffé et brûle au fur et à mesure de son introduction pendant une partie de la course du piston; puis, après cette combustion graduelle, les gaz continuent à se détendre jusqu'à la fin de cette course motrice. Enfin, au quatrième temps, les gaz de la combustion sont rejetés par la soupape d'échappement sous l'action du piston qui remonte. Le liquide combustible, refoulé par une pompe, est pulvérisé par de l'air comprimé qui pénètre en même temps que lui dès que l'aiguille qui ferme l'ajutage central est soulevée par le mécanisme de distribution. Cet air, servant à l'insufflation, est comprimé à une pression supérieure à celle qui se produit dans le cylindre moteur, au moyen d'un compresseur actionné par la machine. Ce compresseur charge en même temps des réservoirs qui servent au lancement du moteur, ainsi qu'au renversement du sens de marche. Le point à la fois le plus important et le plus délicat de la marche de ce genre de moteur est le réglage de la combustion, qui doit s'effectuer correctement en un temps très court. Le principe du moteur Diesel permet, de toute évidence, de réaliser, dans d'excellentes conditions, des admissions variables. C'est aussi uniquement en réglant pour chaque combustion la quantité du combustible injecté que la puissance du moteur est réglée. Dès sa première mise au point, le moteur Diesel a donné des résultats économiques surpassant de beaucoup ceux de toutes les machines thermiques connues. Un premier moteur de 20 chevaux a, en effet, produit le cheval-heure effectif en ne consommant que 240 grammes de pétrole en pleine charge, et 277 grammes à demi-charge, atteignant ainsi un rendement thermique dépassant 25 % à pleine charge et 22 °/₀ à demi-charge. Depuis lors, ces résultats ont été de beaucoup dépassés. Au cours des essais de réception très rigoureux d'une douzaine de machines fournies à la Marine française pour des sous-marins, les constatations officielles ont fait ressortir une consommation, par cheval-heure effectivement disponible sur l'arbre, de :

151 grammes de pétrole à la puissance de 395 chevaux et à l'allure de 340 t. p. m.,
180 grammes de pétrole à la puissance de 300 chevaux à la même vitesse.
195 grammes de pétrole à la puissance de 75 chevaux à 170 t. p. m.,

correspondant à des rendements thermiques de : 42 °/₀ avec 395 chevaux, 35,5 °/₀ avec 300 chevaux, 32,5 °/₀ avec 75 chevaux, alors que les meilleures machines à vapeur à triple expansion atteignent difficilement un rendement thermique de 13 °/₀. Aussi, le moteur Diesel a-t-il pris un développement rapide dans les pays où les combustibles qui lui conviennent ne sont pas grevés, comme en France, de droits prohibitifs. C'est ainsi qu'une seule usine allemande a construit en une dizaine d'années 1.400 machines, représentant une puissance totale de 125.000 chevaux. Le nombre de moteurs de ce système livrés actuellement à la Marine militaire française ou en exécution pour elle s'élève à 40, représentant une puissance de 14.300 chevaux. Leur application à la propulsion des bâtiments de fort tonnage se poursuit à l'heure actuelle, en sorte que les résultats acquis seront sans doute dépassés bientôt dans les plus larges proportions. — M. E.-L. Bertin : *Stabilité transversale d'un aéroplane au cours de ses giratoires.* L'aéroplane sur sa courbe de giration reçoit obliquement le courant d'air relatif qui lui vient de l'extérieur de la courbe. De là résulte une très grande différence dans les valeurs du moment de stabilité, selon que l'inclinaison se produit vers l'extérieur ou vers l'intérieur de la courbe. Ainsi, pour un angle de sustentation de 5° et un angle de dérive de 15°, le moment de stabilité atteint sa valeur maximum pour un angle d'inclinaison de 55° vers l'intérieur du cercle et de 9° 1/3 seulement vers l'extérieur du cercle. L'équilibre de l'appareil peut devenir véritablement instable, et le chavirement très menaçant, si la courbe de giration est parcourue sans qu'une inclinaison assez prononcée soit prise vers l'extérieur du cercle. L'emploi d'un plan vertical de dérive, établi au-dessus du centre de gravité, suffit pour assurer automatiquement l'inclinaison dans le sens de la sécurité ; il garantit aussi contre l'effet des remous qui pourraient, près de terre, faire passer la pression de l'air sur la face supérieure du plan sustentateur, lorsque celui-ci se présente avec une inclinaison transversale ; enfin il peut être très utile au point de vue de la précision et de la rapidité des évolutions ainsi que de la stabilité de route. En résumé, un plan vertical de dérive judicieusement placé et convenablement proportionné doit prémunir contre des dangers sérieux et facilite beaucoup la tâche de l'aviateur. M. R. Arnoux estime que l'équilibre de l'aéroplane est tout à fait comparable à celui du fléau d'une

balance dont le centre de gravité doit être placé au-dessous du centre d'oscillation pour que l'équilibre soit stable. Dans l'aéroplane, le centre d'oscillation se trouve à un certain point dénommé *centre de poussée* ou *centre de réaction de l'air*, autour duquel s'effectue la rotation du ou des plans de sustentation de l'appareil, pour se coucher sur sa trajectoire en faisant un angle d'attaque tel que la somme des moments du centre de gravité et de la force de propulsion de l'hélice par rapport au centre de sustentation ou d'appui sur l'air soit nulle. Si le plan passant par le centre d'appui et le centre de poussée ou de traction de l'hélice est un plan de symétrie par rapport aux réactions de l'air sur les surfaces de sustentation de l'aéroplane, celui-ci progressera en ligne droite sans sortir du plan. Si l'on veut l'en faire sortir, c'est-à-dire faire virer l'appareil, il suffira de freiner plus ou moins celui-ci à l'une des extrémités de ses plans. Dès lors, l'appareil progressant moins vite du côté freiné, le côté gauche par exemple, le côté droit progressera à une vitesse plus grande qu'à l'instant d'avant, et, comme la réaction de l'air croît comme le carré de la vitesse de translation, elle augmentera la sustentation sous ce dernier côté, qui s'élèvera davantage que le côté gauche, et les plans de l'appareil prendront un angle de bande α en même temps que celui-ci virera à gauche. Toutefois, le freinage *dissymétrique* de l'appareil ayant toujours pratiquement pour conséquence une réduction de la vitesse V de translation, l'appareil descendra vers le sol en restant transversalement incliné, avec une vitesse dans le sens vertical d'autant plus grande que le freinage sera plus énergique, et il risquera de briser son aile gauche sur le sol s'il est à une distance insuffisante de celui-ci.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE FRANCE

Séance du 12 Février 1909.

M. M. Guerbet expose les suites de ses recherches sur la préparation de l'acide camphorique gauche. La rareté du camphre gauche et la faiblesse de rendement des diverses méthodes de transformation de ce corps en acide camphorique avaient empêché jusqu'ici de préparer l'acide camphorique gauche. M. Guerbet l'obtient avec un rendement voisin de 75 °/₀ en oxydant l'α-camphol gauche par la potasse caustique. L'acide camphorique gauche fond à 106-107°; il bout à 255° sous 760 millimètres de pression, comme son isomère droit. Son pouvoir rotatif est $\alpha_D = -46°5$. Il possède d'ailleurs les mêmes propriétés chimiques que cet isomère. Son éther méthylique bout à 211° (corr.), et son éther éthylique à 228° (corr.); son anhydride fond à 57-58°; son chlorure d'acide bout à 222°; son amide fond à 78-79°. L'action à 250° de la potasse caustique sur l'isoborméol a fourni de même à M. Guerbet un acide camphorique inactif dont il poursuit l'étude. — **M. H. Copaux** présente, au nom de **M. Boiteau** et au sien, un Mémoire intitulé : *Nouveaux documents sur le dosage du bore*. — **M. Ch Moureu** a employé le titrage à la glycérine pour doser l'acide borique dans une eau thermale ; il a obtenu des résultats satisfaisants. Il signale toutefois que l'évaporation des eaux contenant de l'acide borique est accompagnée d'une perte de cet acide, perte que l'on ne peut éviter que par une alcalinisation. — **M. A. Brochet** fait la critique de la théorie de M. Chancel relative au fonctionnement du « procédé à cloche ». Le point de départ résultant d'une interprétation erronée de la théorie de la dissociation électrolytique, les calculs et conclusions sont nécessairement inexacts. L'alcali formé à la cathode est proportionnel, d'après la loi de Faraday, à la quantité d'électricité traversant l'appareil, ou, en ramenant à l'unité de temps, à l'intensité du courant. Il n'est nullement facteur du coefficient de dissociation de la solution de chlorure; il faudrait, pour cela, que ce coefficient dépendît lui-même de l'intensité, ce qui amènerait à conclure que, s'il n'y a pas de courant, il n'y a pas dissociation électrolytique, ce qui est en opposition avec la base même de la théorie d'Arrhénius. — **M. Gabriel Bertrand** et **Mlle Rozenband** ont étudié l'action des acides sur la peroxydiastase. Les acides paralysent l'action de cette substance catalytique, mais autrement que celle de la laccase et de la tyrosinase. Tout d'abord, il faut en employer davantage ; la peroxydiastase est moins sensible aux acides. Ensuite, au lieu de se diviser en deux groupes, celui des acides qui, à doses extrêmement petites, arrêtent la réaction diastasique, et celui des acides inactifs, avec la peroxydiastase, les acides se rangent en une série continue d'activité décroissante. En comparant les résultats, on est conduit à admettre entre la peroxydiastase et les acides des relations physicochimiques assez inattendues, en partie même inexplicables dans l'état actuel de nos connaissances. La peroxydiastase est influencée à la fois par la fonction acide et le radical auquel cette fonction est rattachée. — **M. J. Bougault**, en réduisant le sulfate de cuivre par l'hypophosphite de sodium, a obtenu un cuivre doué d'une activité catalytique remarquable. Ce cuivre, chauffé au bain-marie bouillant avec une solution aqueuse d'hypophosphite de sodium, oxyde ce sel en dégageant de l'hydrogène. La quantité de ce gaz dégagée, en opérant avec une quantité illimitée d'hypophosphite, peut être très grande par rapport à la quantité de cuivre mise en jeu; ainsi, M. Bougault a obtenu, avec 1 mol. Cu, plus de 36 mol. H^2 sans user totalement l'activité du métal. — **MM. G. Bertrand** et **M. Javillier** indiquent une méthode nouvelle de dosage de la nicotine basée sur la précipitation de l'alcaloïde à l'état de silicotungstate, décomposition du silicotungstate par la magnésie, entraînement de la nicotine par la vapeur d'eau et titrage alcalimétrique. Ils donnent la formule et les propriétés du silicotungstate de nicotine.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

Séance du 19 Novembre 1908.

M. T. H. Havelock présente une *théorie de la propagation des groupes d'ondes dans les milieux dispersifs*, avec application aux ondulations de l'eau produites par une perturbation qui se déplace. Il analyse la perturbation au moyen de l'intégrale de Fourier, en admettant que l'élément de la perturbation n'est pas un simple train d'ondes harmonique, mais un groupe simple, un aggrégat de trains d'ondes simples se groupant autour d'une période centrale donnée. Dans plusieurs cas, il est alors possible de tirer de l'intégrale les quelques groupes simples qui sont importants et ainsi d'isoler les principaux traits réguliers du phénomène, s'il en existe. — **M. R. C. Maclaurin** présente ses recherches *sur les formules de dispersion optique*. Il montre que la formule de Sellmeier :

$$n^2 = K + \frac{c_1}{\lambda^2 - \lambda_1^2} + \cdots\cdots$$

présente de sérieuses objections, ce qui le conduit à rechercher une autre formule qui y échappe. Il arrive à la relation générale :

$$\frac{n^2-1}{n^2+a} = \frac{K-1}{K+a} + \frac{c_1}{\lambda^2-\lambda_1^2} + \frac{c_2}{\lambda^2-\lambda_2^2} + \cdots\cdots + \frac{c_n}{\lambda^2-\lambda_n^2}.$$

qui donne les indices de réfraction pour toutes les longueurs d'onde pour lesquelles le milieu est transparent. En faisant $a=2$ dans cette formule, on a l'expression de Lorentz, qui se vérifie pour les liquides et pour les gaz. Mais la discussion de l'auteur montre que, pour les solides, il n'en est plus de même et qu'il est nécessaire de garder la constante a et de déterminer sa valeur pour chaque substance. L'auteur trouve que, pour le sel gemme, la formule :

$$\frac{n^2-1}{n^2+a} = \frac{K-1}{K+a} + \frac{c_1}{\lambda^2-\lambda_1^2} + \frac{c^2}{\lambda^2-\lambda_2^2}$$

est celle qui s'accorde le mieux avec l'expérience, en y faisant : $a = 5,51$; $K = 5,9$; $c_1 = 0,001.916.05$; $c_2 = 683,816$; $\lambda_1 = 0,12652$; $\lambda^2_1 = 0,016.007.4$; $\lambda_2 = 51,3$; $\lambda^2_2 = 2632,14$. Elle concorde avec les résultats des mesures en indiquant des bandes d'absorption au voisinage de $0,12\mu$ et de $51,3\mu$; elle suggère une constante diélectrique de 5,9, qui est très proche de la moyenne des meilleures déterminations. La même formule s'applique aussi remarquablement bien à la fluorine, en y laissant : $a = 1,04$; $K = 6,8$; $c_1 = 0,001.303$; $c_2 = 231.856$; $\lambda_1 = 0,084.661.8$; $\lambda^2_1 = 0,007.167.64$; $\lambda_2 = 24,007.4$; $\lambda^2_2 = 576,353$. — M. T. M. Lowry a déterminé *le pouvoir rotatoire dispersif dans les régions visible et ultra-violette du spectre*. Il a employé pour cela une méthode analogue à celle de Perkin, utilisant une lumière monochromatique ou multichromatique spectroscopiquement purifiée au lieu d'une bande d'un spectre continu ; cela lui a permis de se servir, pour les mesures polarimétriques, non seulement du spectre de flamme, mais encore des spectres de lignes intenses produits par les arcs métalliques. Des mesures ont été faites sur 26 lignes, la rotation étant produite à travers 100 millimètres de camphocarboxylate de méthyle à 20°C. Voici quelques-uns des résultats :

	λ	α	α/α_D
Li rouge	6.708	48°32	0,728
Na jaune	5.893	66,37	1,000
Cu vert	5.219	91.73	1,382
Cd bleu	4.800	116,93	1,762
Hg violet	4.359	165,07	2,487

— MM. C. Cuthbertson et M. Cuthbertson : *Sur la réfraction et la dispersion du krypton et du xénon et leur rapport avec celles de l'hélium et de l'argon*. Les auteurs ont déterminé la réfraction et la dispersion du krypton et du xénon avec de plus grandes quantités de gaz que celles qui furent utilisées au moment de leur premier isolement. Les gaz ont été préparés dans le Laboratoire de sir W. Ramsay par le Professeur R. B. Moore. Les auteurs trouvent que l'indice de réfraction atomique du krypton est :

$$\mu = 1 + 0,000.837.8\left(1 + \frac{6,97}{\lambda^2 10^{11}}\right),$$

et celui du xénon :

$$\mu = 1 + 0,001.364.6\left(1 + \frac{10,14}{\lambda^2 10^{11}}\right).$$

En comparant ces chiffres avec les indices de réfraction de l'hélium et de l'argon, déterminés par W. Burton, on voit que les réfractivités pour des longueurs d'onde infinies sont encore davantage dans des rapports de nombres entiers que les valeurs primitives. Si l'on prend comme base la valeur trouvée pour l'argon, la divergence des rapports intégraux est pour le krypton de 0,0 °/₀, pour l'hélium de 0,34 °/₀, et pour le xénon de 2,25 °/₀. Si les indices de réfraction sont exprimés au moyen de la formule de Cauchy $\mu - 1 = a(1 + b/\lambda^2)$, on trouve qu'en mettant en coordonnées a contre b pour les quatre gaz examinés, la relation est linéaire. A cause du peu d'exactitude des déterminations existantes pour la dispersion de l'oxygène, de l'azote, de l'hydrogène, on ne peut faire de comparaisons avec d'autres groupes d'éléments. — M. H. M. Macdonald donne une *théorie des récepteurs et transmetteurs horizontaux en télégraphie sans fil*. Quand la distance du récepteur à la terre n'est pas trop faible, le récepteur présente une efficacité maximum lorsque sa longueur est le cinquième de la longueur de l'onde transmise ; quand le récepteur est proche de la terre, son efficacité est maximum pour une longueur un peu moindre que le cinquième de la longueur de l'onde transmise ; ces deux résultats ont été reconnus expérimentalement par Marconi. L'effet total sur le récepteur est plus grand quand son extrémité libre pointe dans la direction opposée au transmetteur que quand elle pointe directement contre lui.

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE DE LONDRES

Séance du 22 Janvier 1909.

M. Al. Russell indique des formules pour calculer *la résistance effective et l'inductance des conducteurs concentriques*. La formule simple suivante donne la résistance effective R, par centimètre de longueur, du conducteur intérieur d'une canalisation concentrique pour des courants de haute fréquence : $R = (\rho m/2\pi a)(0,7071 + 1/2ma + 0,265/m^2a^2 - 0,35/m^4a^4)$, où ρ est la résistivité en volume du conducteur, a son rayon, $m^2 = 8\pi^2 \mu f/\rho$, μ la perméabilité du conducteur et f la fréquence du courant alternatif. Pour des valeurs de ma plus grandes que 6, l'erreur maximum de la formule est moindre que 1/10.000. L'auteur donne aussi une formule pour les canalisations concentriques à conducteur intérieur creux. Pour les basses fréquences, l'auteur arrive à une formule identique à celle qui a été donnée autrefois par Heaviside. — M. C. V. Drysdale a étudié le *rendement lumineux* (dans le sens que donne à ce terme M. C.-E. Guillaume) *d'un corps noir à diverses températures*. Il montre que ce rendement lumineux dépend à un haut degré de la température et qu'il est extrêmement faible aux températures ordinaires. A 1.500°, le rendement est seulement de l'ordre de 1 °/₀, et à 2.000° il est de 3 °/₀. Le plus haut rendement est obtenu à la température de 6.500°, et il est seulement de 40 à 50 °/₀. Incidemment, l'auteur est amené à calculer l'équivalent mécanique de la lumière, qu'il estime à 0,75 watt par bougie. — M. C. V. Drysdale : *L'emploi du potentiomètre sur les circuits à courant alternatif*. L'application du principe du potentiomètre aux mesures de courants alternatifs peut se faire de deux façons : 1° en équilibrant la différence de potentiel du courant alternatif par une différence de potentiel continue au moyen d'un dispositif d'équilibre convenable ; 2° en équilibrant deux différences de potentiel alternatives l'une par l'autre. L'auteur a rencontré des difficultés insurmontables dans la première voie ; la seconde méthode en offre aussi, car les deux différences de potentiel à comparer doivent être identiques en grandeur, en phase, en fréquence et autant que possible en forme d'onde. L'auteur a employé un transformateur changeur de phase en connexion avec le potentiomètre, et les mesures ont été faites de la même façon qu'avec le potentiomètre à courant direct, en substituant simplement un galvanomètre ou téléphone vibrateur au galvanomètre ordinaire. En interposant un ampèremètre dans le circuit principal d'un potentiomètre et dérivant le courant du secondaire d'un transformateur changeur de phase, il est possible d'opposer l'instrument avec un courant direct contre la pile étalon, et ainsi de reproduire le même courant dans le circuit du potentiomètre et de l'amener en coïncidence de phase avec la différence de potentiel à mesurer. Les essais indiquent qu'une différence de potentiel de 0,1 volt peut être mesurée avec une exactitude minimum de 0,2 °/₀.

Séance du 10 Février 1909.

La Société procède au renouvellement de son Bureau pour l'année courante, lequel est ainsi composé :

Président : M. C. Chree ;
Vice-Présidents : MM. W. Duddell, A. Schuster, S. Skinner et W. Watson ;
Secrétaires : MM. W. R. Cooper et S. W. J. Smith ;
Secrétaire pour l'Etranger : M. S. P. Thompson ;
Trésorier : M. H. L. Callendar ;
Bibliothécaire : M. W. Watson.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Séance du 4 Février 1909.

M. B. Flurscheim a étudié la réduction de la 2 : 4-dinitrodiphénylméthylamine par le chlorure stanneux ; il ne se forme pas de composé azoxique, mais seulement une amine. — Le même auteur présente

quelques considérations sur la relation entre la force des acides et des bases et la distribution quantitative de l'affinité dans la molécule. — M. **F.-E.-E. Lamplough** répond aux critiques de Cain et Nicoll sur sa méthode de détermination de la vitesse des changements chimiques par la mesure des gaz dégagés. — M. **M.-O. Forster**, en faisant réagir l'azoture de sodium sur le chlorure benzhydroximique, a obtenu le 5 : 1-phénylhydroxytétrazol, F. 124° avec décomposition. — MM. **M.-O. Forster** et **R. Muller** ont préparé les acides α-triazobutyrique, α-triazo-isobutyrique et α-triazo-isovalérique, leurs amides et leurs éthers éthyliques. — M. **A.-W. Crossley** et Mlle **N. Renouf** ont étudié l'action des divers agents de nitration sur l'*o*-xylène et préparé tous les mono-, di- et trinitro-*o*-xylènes théoriquement possibles. — M. **A.-C.-G. Egerton** propose une formule simple pour le calcul des poids atomiques des 15 premiers éléments, basée sur l'addition ou la soustraction de groupes d'électrons aux atomes; il obtient ainsi des valeurs exactes à la seconde décimale près. — MM. **F.-B. Power** et **Ch.-W. Moore** ont extrait de l'écorce sèche de *Prunus serotina* le glucoside du *l*-mandélonitrile, F. 143°-147°, et une enzyme qui hydrolyse les β-glucosides; les constituants non volatils de l'écorce consistent en une résine verte et une résine brune. La résine verte fournit un phytostérol, $C^{27}H^{46}O$, F. 135°-136°, les acides palmitique, stéarique, oléique, linolique et isolinolénique, un peu d'ipuranol, et, après hydrolyse acide, de l'acide oléique, du dextrose et de la β-méthylesculétine. La résine brune donne, après hydrolyse acide, des traces d'un phytostérol, un peu d'acide oléique, de la β-méthylesculétine et du dextrose. — MM. **G. Martin** et **F.-S. Kipping** ont préparé par la méthode de Grignard les chlorures de tribenzylsilicium et de benzylsilicium; ils sont décomposés par l'eau en tribenzylsilicol $Si(C^6H^5.CH^2)^3OH$ et acide benzylmétasilicique $C^6H^5CH^2SiO.OH$. Le premier, par ébullition avec HCl concentré, est transformé en oxyde de tribenzyl-silicyle, F. 205°. L'ortho-éther de l'acide benzylmétasilicique $C^6H^5.CH^2.Si(OC^2H^5)^3$ se prépare en traitant le trichlorure de benzyl-silicium par l'alcool éthylique; il bout à 170°-175° sous 70 millimètres. — MM. **S.-R. Best** et **J.-F. Thorpe** ont condensé intramoléculairement les trois tolylacétonitriles avec formation de β-imino-α-cyano-ditolylpropanes; traités par H^2SO^4 concentré froid, ces derniers sont transformés en tolylméthylnaphtylènediamines, avec un rendement de 80 °/o pour le dérivé méta et de 10 °/o seulement pour les deux autres. — M. **T.-P. Hilditch** a étudié l'effet des groupes non saturés contigus sur l'activité optique. D'une façon générale, ils augmentent fortement le pouvoir rotatoire moléculaire; l'effet atteint son maximum quand le système conjugué est le plus proche des atomes de carbone asymétriques. L'effet décroît et peut être détruit si un groupe saturé est interposé entre le système conjugué et le système asymétrique. — M. **E. Vanstone** propose la théorie suivante de la miscibilité des solides : Deux substances présentent le plus grand degré de miscibilité quand les assemblages des sphères d'influence atomique possèdent le même arrangement et sont capables d'être divisés en unités possédant des volumes presque égaux, les volumes étant les domaines moléculaires. — MM. **J.-J. Sudborough** et **J.-M. Gittins** ont déterminé les constantes d'éthérification d'un certain nombre d'acides acryliques substitués. Les constantes des acides >β-non saturés sont remarquablement faibles par rapport à celles des acides saturés correspondants; les acides βγ-non saturés ont des constantes un peu plus élevées que celles des acides saturés. — MM. **W.-H. Perkin jun.** et **R. Robinson** donnent les propriétés de la triméthylbrésilone, de l'α- et de la β-anhydrotriméthylbrésilone et des dérivés correspondants de l'hématoxylone. — M. **H.-M. Dawson** a constaté que l'hydrate cuprique ne se dissout pas dans les solutions de sulfate d'ammonium pur, mais seulement en présence d'ammoniaque, avec formation d'hydrate cuprité-trammonique. Celui-ci réagit alors avec le sulfate d'ammonium, jusqu'à ce qu'un équilibre s'établisse : $Cu.4AzH^3(OH)^2 + (AzH^4)^2SO^4 \rightleftarrows Cu.4AzH^3SO^4 + 2AzH^4OH$. L'auteur montre que les solutions optiquement claires préparées en ajoutant AzH^3 aux solutions de sulfate de cuivre sont sursaturées d'hydrate cuivrique, dont une partie doit se trouver à l'état colloïdal. — M. **O. Flaschner** a observé que le potentiel d'une électrode AgBr/KBr s'élève sous l'influence des rayons β et diminue quand ils disparaissent; la solution actinométrique d'Eder est aussi influencée par les rayons β. — M. **G.-T. Moody** critique les résultats de Tilden relatifs à la rouille du fer. — Mlle **M. Boyle** a préparé les quatre acides diiodobenzènesulfoniques et les trois acides tri-iodobenzènesulfoniques en introduisant de l'iode par le chlorure d'iode dans les acides aminosulfoniques appropriés et enlevant ensuite le groupe aminé par la diazo-réaction. — MM. **G.-G. Henderson** et **J.-W. Agnew**, par l'action de l'acétate mercurique aqueux sur le pinène à la température ordinaire, l'ont converti en sobrerol, $C^{10}H^{16}(OH)^2$, et celui-ci est oxydé en une hydroxycétone $C^{10}H^{15}O(OH)$ par le même réactif à chaud. Cette dernière doit être la 8-hydroxycarvotanacétone, car elle est réduite par HI en carvacrol. — M. **H.-R. Le Sueur**, en faisant réagir la monoéthylaniline sur l'éther méthylique de l'acide αα'-dibromoadipique, a obtenu le 1-phénylpyrrolidine-2 : 5-dicarboxylate de méthyle; l'acide libre à fond à 252° avec décomposition. — MM. **T.-S. Patterson** et **D.-P. Mc Donald** ont étudié l'influence de l'aldéhyde benzoïque et de la quinoline comme solvants sur la rotation du tartrate d'éthyle.

SOCIÉTÉ ANGLAISE DE CHIMIE INDUSTRIELLE

SECTION DE BIRMINGHAM

Séance du 17 Décembre 1908.

MM. **T. S. Price** et **T. C. Humphreys** étudient les dispositifs employés dans les méthodes rapides d'électroanalyse : anodes et cathodes tournantes, dispositifs pour agiter l'électrolyte, les électrodes restant stationnaires. Ils décrivent ensuite une *méthode électrochimique rapide pour la détermination de Cu et Zn dans le laiton*. L'alliage est dissous dans l'acide nitrique; on ajoute un peu d'acide sulfurique et on électrolyse avec 3 ampères sous 3 volts; le cuivre se dépose en vingt à trente minutes. La solution restante est évaporée à siccité pour chasser l'acide nitrique; on précipite le zinc par NaOH, puis on le redissout par AzH^3 et chauffe; l'hydrate ferrique se précipite et est filtré. Dans le filtrat, on ajoute de l'acide acétique glacial et électrolyse avec 2 ampères sous 4-4,5 volts; le zinc se dépose en vingt minutes. Les auteurs décrivent encore une variante de ce procédé, qui évite le chauffage pour chasser l'acide nitrique.

SECTION DE SYDNEY

Séance du 14 Octobre 1908.

M. **A. M. Wright** décrit les méthodes de contrôle chimique employées dans les usines de congélation de la viande de la Nouvelle-Zélande. Ces méthodes se rapportent à l'examen du sang desséché, de la graisse, de la laine, de l'extrait de viande, de la colle forte, etc.

Séance du 11 Novembre 1908.

M. **E. V. Miller** présente ses recherches sur *la circulation des liquides chauffés par le moyen des tubes de vapeur*. La rapidité de la circulation dépend de la vitesse de transport de la chaleur de la vapeur des tubes au liquide qui les entoure, et celle-ci est fonction de la différence de température entre le liquide et la vapeur. Le maintien de cette différence dépend de la

conductibilité calorifique des tubes et de celle du liquide, par conséquent de sa vitesse d'évaporation. Pour augmenter cette dernière, il faut faire disparaître, autant que possible, tous les obstacles à la circulation du liquide. Parmi ces obstacles figure la viscosité du liquide, qui augmente avec la concentration. Le soufflage de vapeur à l'intérieur du liquide pour accélérer la circulation augmente considérablement l'évaporation.

SOCIÉTÉ ALLEMANDE DE PHYSIQUE

Séance du 8 Janvier 1909.

MM. K. Scheel et **W. Heuse** présentent un Mémoire relatif aux *mesures des petites pressions*. Ils décrivent un manomètre à membrane, composé d'une boîte en fer nickelé, affectant la forme d'un cylindre plat, dont la base, de 15 mm. d'épaisseur, comporte une mortaise circulaire de 2 mm. de profondeur. Le couvercle creux s'emboîte, par son bord annulaire, dans une rainure de la base, à laquelle il est soudé sur le bord. Une membrane en cuivre, déposée par voie électrique, est tendue sur la base de la boîte, qu'elle divise en deux compartiments communiquant respectivement avec les enceintes dont il s'agit d'apprécier la différence de pression. On se sert, à cet effet, des interférences de Fizeau produites par les inflexions de la membrane. Ce procédé permet de déterminer les pressions inférieures à 0,01 mm. à 1/2 °/₀ près, et les pressions très petites avec une précision absolue de 0,000.01 mm. Les auteurs font voir que les inflexions de la membrane de cuivre sont, à 1/2 °/₀ près, proportionnelles aux variations de pression, jusqu'au delà de 0,1 mm., et que la loi de Mariotte est valable dans les limites d'erreur de leurs expériences. Ils démontrent également qu'en prenant certaines précautions, le manomètre de Mc Leod se prête à déterminer les pressions avec toute la précision voulue, même pour les compressions à un volume correspondant à 1/100.000ᵉ de la valeur initiale. La loi de Mariotte doit, par conséquent, être valable aussi pour les compressions considérablement supérieures à celles qui sont accessibles au manomètre à membrane. — **MM. H. Rubens** et **E. Ladenburg** ont étudié la *dispersion de l'eau pour le spectre ultra-violet*, en procédant par voie indirecte, c'est-à-dire en observant le pouvoir de réflexion et le coefficient d'extinction dans cette région du spectre. La courbe de dispersion, qui ressemble beaucoup à celle de réflexion, présente deux maxima très prononcés à 3,25 et 6,21 μ, correspondant aux deux bandes d'absorption à courte longueur d'onde de l'eau, à savoir à celles de $\lambda = 3{,}06$ et $6{,}08\,\mu$. La théorie exige que les maxima du pouvoir de réflexion et de l'exposant de réfraction se placent à des longueurs d'onde plus considérables que le maximum d'absorption, et l'expérience confirme ce résultat théorique. D'autre part, l'exposant de réfraction de l'eau présente un minimum très faible à $\lambda = 11\,\mu$, après quoi il se remet à croître jusqu'à ce qu'il atteigne, aux limites de la région spectrale étudiée, la valeur la plus grande qu'on ait jamais observée dans le spectre optique de l'eau. — **M. R. Lindemann** rend compte d'une *nouvelle méthode pour déterminer les amortissements à l'aide des vibrations électriques non amorties*. Les vibrations persistantes engendrées par les arcs de Poulsen à atmosphère d'hydrogène ne se prêtent guère, en raison des fluctuations de leurs longueurs d'onde, aux déterminations exactes. Or, en se servant d'une lampe de son invention, l'auteur réussit à réduire assez ces fluctuations pour utiliser les vibrations non amorties à des déterminations d'amortissements extrêmement précises. L'arc de cette lampe passe entre la surface d'un cylindre vertical en charbon et un tube de cuivre coaxial et bien refroidi; il est maintenu en rotation permanente par un champ magnétique axial. Cette lampe est fermée en bas et en haut par des disques de mica appliqués à l'aide d'anneaux de laiton empêchant l'air d'y entrer. — **M. A. Heydweiller**, professeur à l'Université de Rostock, adresse un mémoire relatif à une *relation simple entre la densité et le degré de dissociation des solutions salines aqueuses*. Pour un grand nombre de ces solutions, il constate, d'abord par voie purement empirique, entre l'accroissement de densité équivalent, par rapport à l'eau de température égale, $\frac{s-1}{m}$ et la conductibilité équivalente $A = \frac{k}{m}$, dans des limites de concentration données, une relation linéaire, à savoir $\frac{s-1}{m} = A''_s A + B_s$, où A''_s et B_s sont deux constantes indépendantes de la concentration. Comme A représente la mesure du degré de dissociation électrolytique et que $i = \frac{A}{A_0}$, on en tire cette nouvelle relation entre la densité et le degré de dissociation : $\frac{s-1}{m} = A'_s i + B_s = A_s i + B_s (1 - i)$, A'_s étant égal à $A''_s A_0$ ou à $A_s - B_s$. L'examen de 67 électrolytes sur lesquels nous possédons des données suffisantes fait voir que, seuls, les 16 électrolytes dont la conductibilité ne paraît pas proportionnelle au degré de dissociation restent en dehors de cette relation si précieuse. — **M. O. Reichenheim** rend compte des expériences qu'il vient de faire sur la *fluorescence due aux rayons cathodiques*. Le dispositif dont il se sert est identique, en principe, à celui qu'utilise M. E. Goldstein pour constater, sur les corps isolés, l'existence de rayons cathodiques secondaires. La fluorescence bleue du quartz peut être due, soit à l'absorption des rayons primaires (indépendamment des rayons secondaires concomitants), soit à l'émission des rayons secondaires. Les expériences préliminaires faites pour élucider cette question font voir la nature compliquée des phénomènes cathodiques et rendent probable une liaison entre la luminescence en question et l'émission d'électrons. — **M. G. Bode** présente une *expérience de cours démontrant l'existence d'un champ magnétique rotatoire*. L'extrémité libre d'une tige ronde en fer, enchâssée à l'autre extrémité, porte une sphère de laiton bien poli. Cette tige peut être aimantée, dans sa partie centrale, par une bobine auxiliaire traversée par courant un continu; son extrémité libre se trouve dans un champ triphasé, produit par un anneau vertical dont les trois bornes communiquent avec une machine à courant triphasé. Lorsqu'après avoir produit la résonnance entre le nombre de périodes des courants alternatifs et la vibration propre de la tige de fer, on l'aimante à l'aide de la bobine auxiliaire, la tige, devenue magnétique, exécute des vibrations très vives suivant les directions du champ magnétique. En insérant une seule phase de courant rotatoire, on voit la tige de fer, et avec elle la sphère de laiton bien visible, exécuter des vibrations dirigées suivant l'une des composantes du champ rotatoire. Chaque phase nouvelle donnera une composante déplacée de 120°. En insérant toutes les trois phases, on voit la tige suivre le champ rotatoire en décrivant un cercle. Les effets extérieurs de cette expérience sont rendus encore plus frappants en éclairant le côté antérieur de la sphère par la lumière concentrée d'un arc. Les figures décrites par un point brillant sont alors visibles à grande distance.

ALFRED GRADENWITZ.

Le Directeur-Gérant : LOUIS OLIVIER.

Paris. — Lᵉ MARETHEUX, imprimeur, 1, rue Cassette.

20e ANNÉE N° 6 30 MARS 1909

Revue générale des Sciences pures et appliquées

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER, Docteur ès sciences.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. L. OLIVIER, 18, rue Chauveau-Lagarde, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et dans tous les pays étrangers, y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Distinctions scientifiques

Académie Royale des Sciences de Berlin. — Dans sa séance du 26 février, l'Académie a conféré à notre distingué collaborateur, M. Ernest Solvay, à Bruxelles, la médaille d'or Leibnitz. Cette distinction, créée en l'honneur du fondateur de l'Académie, n'est décernée que pour services hors pairs rendus à la Science.

Bureau des Longitudes. — Sont nommés correspondants du Bureau des Longitudes :

M. Andoyer (Henri), professeur d'Astronomie à la Faculté des Sciences de l'Université de Paris, en remplacement de M. Baillaud, précédemment nommé membre titulaire.

M. Gonnessiat, directeur de l'Observatoire d'Alger, en remplacement de M. Deslandres, précédemment nommé membre titulaire.

§ 2. — Physique du Globe

Les marées de l'écorce terrestre. — Depuis longtemps déjà, on a cherché à savoir si ce que nous appelons la terre ferme ne subit pas, sous l'action de la Lune, des déformations périodiques, autrement dit des marées analogues à celles des eaux de l'océan. Jusqu'à ces temps derniers, les recherches faites dans cette direction n'avaient donné aucun résultat, à tel point que des savants éminents avaient déclaré le problème insoluble. L'Observatoire de Potsdam a récemment repris les mêmes recherches, et ses patientes et laborieuses investigations viennent d'être couronnées d'un plein succès : elles ont, en effet, mis en évidence le phénomène des marées de l'écorce terrestre qui peut, dès maintenant, être considéré comme acquis à la science. M. Ch. Lallemand, le savant membre du Bureau des Longitudes et Directeur du Service du Nivellement de la France, vient d'exposer à la Société astronomique de France les résultats obtenus à cet observatoire. Nous allons signaler quelques-unes des difficultés qu'il a fallu vaincre et qui avaient paru jusqu'à présent insurmontables.

Tout d'abord, comment constater des mouvements d'ensemble aussi faibles de l'écorce terrestre? On manque absolument de points de repère. Pour se rendre compte du mouvement des marées océaniques, on dispose des côtes, relativement stables, des îles et des continents; mais le navigateur qui se trouve loin des côtes n'a pas conscience des marées, et, si l'on s'imagine un instant la Terre entièrement couverte d'eau et une humanité vivant sur des îles flottantes, on peut être certain que le phénomène des marées lui aurait été à jamais inconnu. Or, c'est au pendule que l'on a eu recours pour mettre en évidence le mouvement de l'écorce terrestre que l'on soupçonnait.

On sait que le pendule, constitué, par exemple, par une masse de plomb suspendue à un fil, prend au repos la direction de la verticale, c'est-à-dire la direction de la résultante des forces qui agissent sur lui. Si la Terre était seule dans l'Univers, et de plus immobile, homogène et parfaitement sphérique, la direction de la verticale passerait rigoureusement par le centre du globe terrestre; en réalité, il n'en est pas ainsi. Tous les corps obéissent à la loi de Newton, c'est-à-dire qu'ils s'attirent en raison de leur masse et en raison inverse du carré de leur distance; notre pendule n'y échappe pas : s'il se trouve, par exemple, dans le voisinage d'une montagne, il sera attiré par elle, et la direction de la verticale du lieu sera celle que prendra le fil du pendule; il subit de même l'action de la Lune et du Soleil, pour ne parler que des principaux corps qui agissent sur lui. Or, supposons pour un instant que le sol sur lequel il est monté soit parfaitement rigide et que le pendule obéisse seul à l'action de la Lune, pour ne considérer que ce seul corps céleste en particulier. Comme la Lune se déplace dans l'espace, elle attirera le pendule dans son mouvement, et la pointe de ce dernier tracera sur le sol fixe une courbe qui sera en rapport avec le mouvement de la Lune. Faisons maintenant l'hypothèse inverse, et supposons que le sol ait une mobilité parfaite, analogue à celle de l'eau par exemple, et qu'il obéisse lui aussi à l'action de la Lune; dans ces conditions, le pendule continuera comme ci-dessus à être attiré et déplacé par l'astre des nuits; mais le sol sur lequel il repose sera attiré et déplacé de la même manière, en sorte que, dans cette hypothèse, le déplacement relatif de la pointe du pendule par rapport au

sol sera nul. Mais, le sol n'ayant ni une rigidité absolue, ni une mobilité parfaite, nous pouvons supposer qu'il obéira en partie à l'action lunaire et qu'il y aura, entre la pointe du pendule et le sol, un certain déplacement relatif qui pourra fournir la mesure de la déformation ou marée de l'écorce terrestre.

Si nous prenons pour unité le déplacement total et théorique du pendule sous l'influence de la Lune et que nous le désignions par 1, puis si nous appelons A le déplacement relatif du pendule sur l'écorce terrestre et B la déformation ou marée de cette écorce, nous pourrons résumer ce que nous venons de dire dans le tableau suivant :

	Déplacement relatif du pendule sur le sol		Déplacement ou marée du sol		Total
Sol parfaitement rigide . .	1	+	0	=	1
Sol partiellement plastique.	A	+	B	=	1
Sol parfaitement fluide . .	0	+	1	=	1

Or, le déplacement total et théorique du pendule peut se calculer par la loi de Newton rappelée ci-dessus; on connaît, en effet, la masse du pendule et celle de la Lune, et l'on peut trouver à chaque instant la position et la distance de cette dernière; donc, si l'on peut arriver à observer et à mesurer le déplacement relatif A du pendule, on en déduira la déformation ou marée B de l'écorce terrestre, puisque ces deux valeurs sont complémentaires l'une de l'autre, c'est-à-dire que l'on a constamment $A + B = 1$.

C'est ici que gît la principale difficulté. Le déplacement total théorique du pendule est, en effet, d'une petitesse extrême; si l'on suppose un pendule de 1 mètre de longueur, la courbe tracée par sa pointe sous l'influence de la Lune tiendrait tout entière sur une surface bien plus petite que la *millième partie d'un millimètre carré*; pour rendre ce déplacement sensible à l'œil, il faudrait un microscope grossissant dix mille fois, et un tel microscope n'existe pas. De plus, le pendule subit également l'attraction du Soleil; puis le sol qui supporte le pendule est soumis à l'action de la chaleur solaire, laquelle produit des déformations locales du sol bien plus importantes que celle que l'on veut mesurer : ainsi la pertubation due à l'action de la chaleur solaire est 50 fois plus grande à la surface de la Terre que celle qui est due à l'attraction de la Lune et, à 25 mètres de profondeur, elle est encore 7 fois plus grande que cette dernière; par conséquent, le mouvement que l'on veut mesurer se trouve noyé dans des mouvements parasites beaucoup plus grands.

Voici comment on a procédé à Potsdam pour venir à bout de ces difficultés. On a d'abord remplacé le pendule vertical par un pendule horizontal, dont le principe est le suivant : Supposons que l'on ait un pendule vertical oscillant autour d'un axe horizontal et que l'on incline peu à peu tout l'ensemble du système jusqu'à ce que l'axe d'oscillation soit presque vertical. Dans cette nouvelle position, le déplacement de l'extrémité libre du pendule serait le même que celui d'un pendule vertical dont le point de suspension serait situé au point de rencontre de l'axe d'oscillation prolongé et de la verticale passant par l'extrémité libre du pendule. Il est bien entendu que le pendule ne doit pas être rigoureusement horizontal, car alors il serait fou. A Potsdam, l'axe d'oscillation faisait, avec la verticale, un angle de cinq minutes; de sorte qu'avec un pendule horizontal de 25 centimètres seulement de longueur, on obtenait des déplacements égaux à ceux d'un pendule vertical de 500 mètres de longueur. L'extrémité du pendule était munie d'un miroir sur lequel était dirigé un rayon de lumière; ce rayon était réfléchi, lors des déplacements du pendule, sur un cylindre situé à $4^m,500$ de distance, animé d'un mouvement de rotation et recouvert d'un papier sensible; on obtenait ainsi un enregistrement photographique des déplacements du pendule. On avait disposé deux pendules perpendiculaires l'un à l'autre et inclinés de 45° sur la méridienne du lieu. Le tout était installé dans une chambre située à 25 mètres de profondeur, où régnait une température constante de 11°7 d'un bout de l'année à l'autre.

On fit une première série d'enregistrements d'une durée de deux ans et demi, puis une seconde série d'une durée de deux ans pour contrôler la première.

Le tracé ainsi obtenu représentait une suite d'ondulations irrégulières qui correspondaient au déplacement relatif du pendule sous l'action de toutes les causes qui agissaient sur lui. Il fallait maintenant déduire de ce tracé complexe le déplacement spécial dû à la seule action de la Lune que l'on voulait connaître. On a employé, à cet effet, une méthode extrêmement ingénieuse, qui a déjà été appliquée pour étudier le mouvement des marées océaniques.

On sait que le jour sidéral, ou l'intervalle qui s'écoule entre deux passages consécutifs d'une même étoile au méridien, est exactement de vingt-quatre heures. Le jour solaire moyen, ou intervalle écoulé entre deux passages du Soleil au méridien, est de vingt-quatre heures trois minute trente-six secondes; de son côté, la durée moyenne du jour lunaire est de vingt-quatre heures, cinquantes minutes, cinq secondes. Par conséquent, si l'on découpe par la pensée le tracé obtenu en bandes dont la longueur corresponde à la durée du jour lunaire et que l'on superpose toutes ces bandes ou que l'on fasse la moyenne des tracés ainsi obtenus, on obtiendra une courbe qui représentera le déplacement dû à la seule action de la Lune. En effet, sur chacune des bandes considérées, l'action lunaire se fera sentir d'une manière concordante; son déplacement maximum, par exemple, qui a lieu toujours à la même heure, s'inscrira toujours au même endroit sur chaque tracé, tandis que les déplacements dus à d'autres causes, qui n'ont pas la même période de durée, s'inscriront à des endroits quelconques desdites bandes, tantôt au-dessus, tantôt au-dessous de la ligne du zéro, et finiront par s'annuler dans la moyenne vis-à-vis du déplacement causé par la Lune.

On a ainsi constaté que le déplacement relatif du pendule était les 3/5 du déplacement calculé en supposant un sol absolument rigide. Par suite, la déformation du sol, ou la marée de l'écorce terrestre, est les 2/5 de ce qu'elle serait si le sol était mobile comme les eaux de la mer, par exemple. Or, comme la hauteur de la marée moyenne de l'océan est de $0^m,50$, celle de l'écorce terrestre en est les 2/5, soit $0^m,20$. Par conséquent, la terre ferme qui nous porte se soulève de 20 centimètres toutes les douze heures environ. Il est vrai que ce résultat ne s'applique qu'à Potsdam et devrait être vérifié pour d'autres points du globe. Cette mobilité du sol semble de nature à influencer dans une certaine mesure les observations astronomiques. D'autre part, il paraît résulter de l'étude des courbes obtenues à Potsdam que la Terre est à cet endroit plus résistante dans le sens est-ouest que dans le sens nord-sud, ce qui semblerait donner raison aux partisans de la forme tétraédrique de la Terre, la résistance d'un trétraèdre étant, en effet, plus grande dans le sens des arêtes que dans le sens perpendiculaire à ces dernières.

G. Devanlay,
Membre de la Société Astronomique de France.

§ 3. — Physique

Une balance voltamétrique. — Le principe de la balance, utilisé avec tant de succès dans de nombreux appareils de mesures physiques, a été appliqué par différents auteurs à la construction de dispositifs voltamétriques. L'appareil indiqué par M. A. Wendler[1] se distingue par sa construction originale, assurant, grâce à la suspension des *deux* électrodes, l'addition des effets.

[1] *Phys. Zeitschr.*, n° 23, 1908.

Dans le vase K (fig. 1), en forme de U, rempli de sulfate de cuivre, sont plongés les deux disques de cuivre K^1 et K^2, de dimensions à peu près identiques, suspendus par des fils de platine, à distance égale du point de rotation, au fléau W, fait en matière non conductrice. L'axe du fléau, qui consiste en cette même matière isolatrice, se termine (fig. 2) par des lames métalliques S^1 et S^2, reposant sur les supports U^1 et U^2 et qui assurent l'entrée et la sortie du courant.

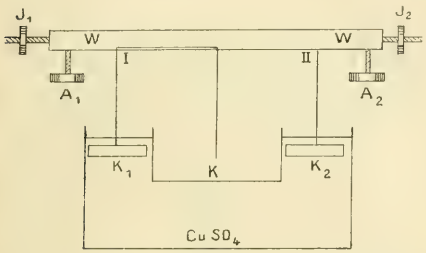


Fig. 1. — *Balance voltamétrique.* — K, vase en forme d'U; K_1, K_2, disques de cuivre; W, fléau; J_1, J_2, vis établissant l'équilibre.

Si, après avoir introduit les électrodes dans le liquide, l'équilibre a été établi à l'aide des vis J^1 et J^2, cet équilibre, détruit après l'électrolyse, doit être rétabli en déplaçant des cavaliers sur le fléau de la balance. Le poids spécifique de la solution de sulfate de cuivre peut être déterminé sur l'appareil lui-même.

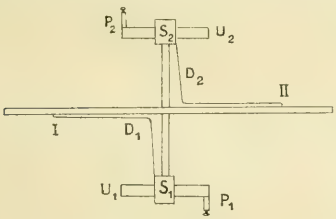


Fig. 2. — *Balance voltamétrique, vue par-dessus.* — S_1, S_2, lames métalliques terminant l'axe du fléau; U_1, U_2, supports; P_1, P_2, bornes du courant; D_1, D_2, fils conducteurs.

§ 4. — Chimie

La Table internationale des Poids atomiques. — Dans la Table internationale des Poids atomiques pour 1909 que nous avons publiée dans notre numéro du 15 février, le poids atomique du fer a été omis par erreur; il a été fixé à 55,85 par la Commission internationale.

§ 5. — Agronomie

La sélection de la betterave industrielle. — Le facteur essentiel de la prospérité des industries agricoles, — auquel on n'accorde pas généralement l'importance qu'il mérite, — est le chiffre de la matière première produite par une même surface de terre cultivée. C'est ainsi que la quantité de sucre formée par hectare de betterave étant plus élevée en Allemagne et en Autriche qu'en France, la situation de la sucrerie indigène est des plus critiques. En effet, toutes choses égales d'ailleurs : perfectionnement de la fabrication, prix du charbon, de la main-d'œuvre, les prix du marché mondial, rémunérateurs pour les Austro-Allemands, ne le sont pas pour les Français. A quoi tient une infériorité si préjudiciable ? Si l'on peut attribuer à de mauvaises façons culturales le rendement moyen du blé à l'hectare, inférieur de plus du quart à celui des agriculteurs anglais, il n'en est pas de même pour la betterave, cultivée seulement dans les plaines du Nord avec toutes les ressources des méthodes intensives. C'est surtout à l'excellence des variétés cultivées que les Allemands doivent leur supériorité. Quoique de nombreux agriculteurs français emploient des graines allemandes, ils ne peuvent évidemment obtenir ainsi les mêmes gros rendements qu'avec des variétés spécialement sélectionnées pour le pays où on les cultive.

Cette question fut l'objet de très intéressantes discussions lors de la dernière réunion de l'*Association des Chimistes de sucrerie*[1]. Devant les résultats obtenus en pratique à la célèbre Station expérimentale de Swäloff, dans la sélection des céréales, M. H. Pellet avait proposé d'étudier la création d'une Station agronomique exclusivement adonnée à l'étude de la betterave et de sa sélection, tant par les méthodes chimiques, seules utilisées jusqu'ici, qu'en mettant à profit les caractères botaniques observés à la suite de mutations. Mais, ainsi que le fit observer très justement M. de Vilmorin, il y aurait à cela une impossibilité : c'est que les multiples variétés de la *Beta* sont reliées d'une façon continue par d'innombrables intermédiaires, chez lesquels on ne peut déterminer le moindre caractère des espèces jordaniennes.

Pour être difficile, le problème ne paraît pas, *a priori*, insoluble. Ce manque de caractères spécifiques témoigne, au contraire, de l'incomparable plasticité de la betterave. On sait combien différent de la *Beta vulgaris* originelle les variétés cultivées actuellement; puisque l'on a pu faire subir à la plante de telles transformations, elle est évidemment susceptible d'être modifiée encore. Encore arriverait-on malaisément à un résultat dans une de nos stations françaises, où, selon les très justes critiques de M. Vivien, un agronome Maître-Jacques, tour à tour chimiste, météorologiste, botaniste, bactériologiste, trouve encore le temps de faire commerce d'analyses payantes, constituant souvent le plus clair du budget, voire même de la politique... Il faudrait procéder à l'américaine : disposer de beaucoup d'argent d'abord et réunir les collaborations compétentes de spécialistes autorisés : un botaniste, un agronome, un chimiste. Aussi, M. François Dupont, qui présidait la séance et prit une part très active à la discussion, espère-t-il surtout de l'initiative toute indiquée du Syndicat des Fabricants de sucre, puissant et riche, plutôt que de celle du Ministère de l'Agriculture.

Mais n'y aurait-il pas un autre moyen, plus rationnel encore ? Que ne préconise-t-on la méthode allemande ! Ce sont là-bas des producteurs de graines qui fondèrent des stations de recherches, quelquefois dirigées par tel illustre professeur d'Université : Briem, par exemple. Sans doute, les cultivateurs français de porte-graines ne manquent pas de spécifier sur leurs réclames : « laboratoire annexé à l'exploitation ». Mais, en réalité, — nous l'avons pu constater quelquefois *de visu*, — le Laboratoire n'existe qu'à l'état d'embryon ou même de projet. Et, quand il fonctionne vraiment, la direction en est confiée à quelque petit employé soigneux et économique qui, sans doute, sait doser le saccharose dans un jus sucré, mais est totalement dépourvu de toute culture scientifique. Le résultat, c'est que, dans le pays des de Vilmorin, où l'on « créa » vraiment la betterave sucrière, et malgré des droits de douane considérables, l'on importe d'Allemagne et de Bohême une importante partie de la consommation de graines. Souhaitons que l'initiative des chimistes-techniciens de sucrerie crée un mouvement d'idée qui aboutisse à la fondation de quelque institu-

[1] *Bull. de l'Association*, janvier 1909.

tion bien conçue, dont le rôle et la tâche seraient vraiment de la plus grande utilité.

Henri Rousset.

§ 6. — Hygiène publique

La stérilisation de l'eau et des liquides par les rayons ultra-violets. — On sait que la lampe en quartz à vapeurs de mercure émet une lumière très riche en rayons ultra-violets. En 1908, MM. Th. Nogier et Thévenot eurent l'idée d'étudier l'action de ces rayons sur les cultures microbiennes sur gélose, et ils constatèrent qu'ils sont doués d'un pouvoir bactéricide intense. Partant de cette constatation, MM. J. Courmont et Th. Nogier ont cherché à utiliser cette propriété à la stérilisation de l'eau potable, et ils sont arrivés à des résultats très concluants, qu'ils ont récemment communiqués à l'Académie des Sciences de Paris [1]. Au centre d'un tonneau métallique de 115 litres de capacité et de 0,6 mètre de diamètre, on suspend par ses électrodes une lampe en quartz à vapeurs de mercure, d'une longueur de 0,3 mètre, fonctionnant sous 9 ampères. Le tonneau est rempli d'eau souillée de microbes et la lampe est mise en marche. De très nombreuses expériences ont montré que la stérilisation de l'eau est complète au bout de une à deux minutes, même lorsque l'échantillon est extrêmement pollué, naturellement ou artificiellement (microbes ordinaires de l'eau, colibacille, bacille d'Eberth). Une minute suffit presque toujours. L'échauffement ne dépasse pas quelques dixièmes de degré. Pour que la stérilisation s'effectue dans ce court laps de temps, l'eau doit être limpide. L'eau stérilisée n'est nocive ni pour les plantes, ni pour les animaux.

MM. Courmont et Nogier pensent que l'emploi de la lampe en quartz à vapeurs de mercure est susceptible d'entrer dans la pratique industrielle de la stérilisation des eaux potables (claires). Il suffirait de disposer les lampes soit dans un réservoir, soit dans le tuyau d'arrivée, à la distance convenable, de façon que l'eau soit éclairée pendant une ou deux minutes. La durée des lampes est théoriquement infinie.

En même temps que les auteurs précédents communiquaient leur travail, M. Dastre annonçait à l'Académie des Sciences que, depuis quelque temps, une série d'études sur les actions, qu'il a appelées *abiotiques*, des rayons ultra-violets étaient entreprises à son Laboratoire de Physiologie de la Sorbonne, et, à la séance suivante, deux de ses élèves, MM. V. Henri et G. Stodel, déposaient une note sur la stérilisation du lait par les rayons ultra-violets [2].

Ces auteurs se sont servis de deux lampes à vapeurs de mercure en quartz, l'une donnant 1.500 bougies, l'autre 2 000. Leurs expériences ont été faites, d'une part, sur du lait largement infecté avec du bouillon de culture : bouillons de colibacille, de bacilles lactiques, de phléole (l'addition des bouillons ayant été faite à du lait préalablement stérilisé à 115° et à du lait ordinaire), d'autre part, sur du lait naturel acheté dans le commerce.

Un grand nombre d'expériences, faites sur différents échantillons, ont montré d'une façon absolument certaine que l'on obtient une stérilisation complète du lait par l'action directe des rayons ultra-violets sans avoir une élévation notable de la température. Ce procédé permet donc d'éviter les effets redoutés de la stérilisation par la chaleur.

Enfin, dans la même séance de l'Académie, M. A. Billon-Daguerre a demandé l'ouverture d'un pli cacheté déposé par lui le 7 janvier 1907 et relatif au même sujet [3]. Dans ce pli, l'auteur annonce avoir utilisé l'action microbicide des rayons violets, ultra-violets, et aussi des rayons X, cathodiques et du radium, à la stérilisation à froid et à distance de divers liquides; il a obtenu, en particulier, de bons résultats dans l'action des rayons violets et ultra-violets sur le lait.

Tous ces faits s'accordent pour montrer que l'on dispose, dans les radiations à courte longueur d'onde, d'agents bactéricides puissants, susceptibles d'intervenir efficacement dans la stérilisation des liquides.

[1] *C. R. de l'Acad. des Sc.*, t. CXLVIII, n° 8, p. 523.
[2] *C. R.*, t. CXLVIII, n° 9, p. 582.
[3] *C. R.*, t. CXLVIII, n° 9, p. 542.

§ 7. — Géographie et Colonisation

La culture du coton en Asie Mineure. — Un important Rapport, présenté au Parlement anglais par le Professeur W. Dunstan, directeur de l'*Imperial Institute*, nous apporte sur ce sujet d'intéressants renseignements [1].

Le coton est cultivé en Asie Mineure spécialement dans le Sud-Ouest (Anatolie) et dans le Sud-Est (Cilicie); la plus grande partie de la production provient des trois districts d'Aïdin, de Kassaba et d'Adana, tous trois reliés à des ports de mer par des chemins de fer.

Dans ces régions, le climat et le sol sont très propices à la culture du coton; malgré une certaine irrégularité des pluies, il est possible de faire croître la plante sans recourir à l'arrosage artificiel. Cependant, dans beaucoup d'endroits, l'irrigation favoriserait la croissance de la plante et permettrait d'obtenir une qualité supérieure de coton. Les sources d'eau sont abondantes, et les travaux d'irrigation ne présenteraient pas de difficulté. Le Gouvernement turc a récemment concédé à un groupe allemand l'irrigation de la grande plaine de Konia, au centre de l'Asie Mineure; bien que ces travaux aient surtout en vue la culture des céréales, ils favoriseront considérablement celle du coton, choisie comme culture rotative.

Le coton actuellement cultivé en Asie Mineure paraît avoir été introduit de l'Inde au temps d'Alexandre le Grand. Ce coton (*Gossypium herbaceum?*) est grossier et à courte soie. Dans quelques districts, le coton natif, connu sous le nom de *yerli*, a été très amélioré par la culture; cependant, en général, celle-ci est très primitive et rien, pour ainsi dire, n'a encore été fait dans la voie de la sélection des graines ou de l'engrais systématique. Dans ces dernières années, à côté du yerli, on a cultivé avec succès en divers endroits le coton américain et égyptien.

Actuellement, le coton yerli d'Asie Mineure est en grande partie utilisé par la fabrication indigène, avec des métiers à main. Il existe des machines à égrener le coton dans la plupart des centres; il y a également des filatures de coton dans plusieurs villes du district d'Aïdin, ainsi qu'à Tarse et Adana, où de grandes fabriques, mues par l'eau ou la vapeur, filent le coton ou le tissent en toile grossière connue sous le nom de *cabot*, et très demandée à Marash, Aintab et dans tout l'intérieur de l'Asie Mineure. Le coton exporté d'Asie Mineure va surtout en Autriche-Hongrie, en Espagne, en Italie et en Allemagne; l'exportation totale est d'environ 500.000 balles.

Le Professeur Dunstan conclut que l'Asie Mineure est destinée à prendre une place de plus en plus importante dans la production cotonnière mondiale, soit qu'on poursuive la culture du *yerli*, soit qu'on étende celle du coton américain de montagne, soit qu'on crée un hybride des deux variétés à soie moyenne. Les seuls obstacles à surmonter sont l'insécurité du pays et l'incapacité pour les non-Ottomans de posséder des terres; mais, s'ils venaient à disparaître, le perfectionnement des procédés agricoles et le développement des voies de communication assureraient un grand essor à la culture du coton.

[1] Nous les reproduisons d'après le résumé qu'en donne le *Scottish Geographical Journal*, t. XXV, n° 2, p. 84 et suiv.

ALBERT GAUDRY ET L'ÉVOLUTION DU MONDE ANIMAL

La science française a perdu récemment un de ses représentants les plus illustres : Albert Gaudry. Mon cher et vénéré maître, qui s'est éteint à l'âge de quatre-vingt-un ans, laisse d'unanimes et vifs regrets, non seulement dans le monde savant, mais aussi parmi tous ceux qui l'ont approché et connu et même parmi ceux, et ils sont légion, qui ont lu ses œuvres, empreintes d'un idéal si élevé.

Le savant qui consacra, d'une manière exclusive, soixante ans de sa vie à la science laisse derrière lui un sillon lumineux qui éclaire fortement l'histoire des mondes passés qui se sont succédé sur notre planète, depuis environ cinquante millions d'années.

Gaudry s'est attaché, durant toute son existence, à chercher les lois qui avaient présidé aux destinées de ces mondes disparus et il a essayé, avec succès, de souder entre eux les divers chaînons de cette histoire captivante. En ce faisant, il a été vraiment le créateur d'une science nouvelle, la *Paléontologie historique* ou *philosophique*.

Je désire exposer ici brièvement les caractéristiques de l'œuvre féconde de Gaudry. Que l'on me permette auparavant de dire quelques mots de l'homme avant de m'occuper du savant.

Il incarnait la bonté et la bienveillance. Ces deux qualités étaient chez lui inépuisables. Tous ceux qui l'approchaient, Français et étrangers, étaient conquis par son exquise urbanité et sa courtoisie. La voix un peu fluette achevait de donner de la douceur à son langage. Si l'on ajoute une grande noblesse de sentiments et une droiture de caractère qui n'a jamais fléchi, on comprend que son nom n'ait éveillé partout que des sympathies.

Pour comprendre l'importance des travaux de Gaudry, il faut remonter en arrière de plus d'un siècle et évoquer les différentes phases suivant lesquelles se sont déroulées les idées relatives à l'apparition des mondes qui ont peuplé la Terre à ses divers âges.

I. — Cuvier et d'Orbigny.

Au début du XIXe siècle, les travaux antérieurs de Bernard Palissy, Faujas de Saint-Fonds, Guettard, Buffon et surtout de William Smith avaient permis de comprendre l'importance des *fossiles*, grâce auxquels on pouvait déterminer l'âge des terrains sédimentaires de notre globe.

Les recherches de Cuvier sur les faunes fossiles conduisirent ce génial naturaliste à établir qu'il existe dans les couches terrestres une série de faunes superposées et distinctes, qui auraient disparu successivement et entièrement sous l'influence d'événements géologiques violents, qu'il appelait les *Révolutions du globe*. De nouvelles faunes, différentes, auraient remplacé les anciennes faunes, non pas au moyen de *créations nouvelles*, comme on s'est plu à le dire fréquemment, mais au moyen de faunes venues de régions où de semblables révolutions ne s'étaient pas produites.

Les révolutions du globe, au sens où les entendait Cuvier, n'avaient pas un caractère universel. Elles résultaient d'événements considérables, de modifications profondes dans la distribution des mers et des continents, qui se traduisaient par la formation de nouveaux territoires maritimes ou la surrection de chaînes de montagnes, modifications qui avaient pour cause le refroidissement terrestre.

Les deux grands ouvrages qui synthétisent l'œuvre de Cuvier : l'un, les *Recherches sur les Ossements fossiles*, l'autre, le *Discours sur les Révolutions du globe*, bien que vieux de plus d'un siècle, resteront comme des modèles de clarté descriptive et de divination scientifique. Le premier est le mémento obligé de tout naturaliste qui s'occupe de l'étude des Vertébrés vivants et fossiles, le second de tout géologue ou géographe, qui y trouvera, au moins en germe, l'exposé des causes des changements physiques opérés sur notre planète et des lois qui les régissent. Cuvier a donc été vraiment le *créateur de la Paléontologie*. Il a montré d'abord, contrairement à l'opinion de Buffon, que les animaux fossiles sont différents des animaux actuels et, s'inspirant des recherches d'autres naturalistes, tels que A. d'Orbigny, Al. Brongniart, von Buch, W. Smith, Werner, etc., qui s'étaient occupés plus spécialement des animaux invertébrés, il admet que chaque terrain présente des fossiles spéciaux, distincts.

Il crée ainsi non seulement la Paléontologie, c'est-à-dire l'étude des fossiles en eux-mêmes, mais aussi celle de leur ordre d'apparition sur le globe. Il élargit donc le cadre de cette nouvelle science, complément indispensable de la Zoologie, mais il la fait servir aux besoins de la Géologie pour la reconnaissance des terrains sédimentaires. Ainsi a pris naissance, avec Cuvier et d'Orbigny, la *Paléontologie stratigraphique*, sœur de la Zoologie et base essentielle de toute Géologie rationnelle.

Rappelons, en passant, que d'Orbigny avait divisé l'histoire de la Terre en 27 époques, entre lesquelles il répartissait alors les 18.000 Mollusques et Echi-

nodermes connus. Les grandes lignes de la classification de ce naturaliste sont encore suivies aujourd'hui.

Cuvier et d'Orbigny croyaient avoir établi dans leurs travaux la *fixité des espèces*, leur apparition et leur disparition brusque, dans le temps, au moyen de cataclysmes et de créations successives.

II. — Geoffroy Saint-Hilaire et Lamarck.

Deux de leurs contemporains, Lamarck et Geoffroy Saint-Hilaire, vont dresser contre cette *théorie de l'absolu* une autre théorie, qui va secouer désormais tout le monde savant et pensant. Depuis cette époque, et autour d'eux, se sont livrées, sous la bannière du *Transformisme*, d'innombrables batailles scientifiques et philosophiques. Et, après un siècle d'études et de recherches, la discussion reste encore ouverte sur bien des points.

Lamarck et Geoffroy Saint-Hilaire, contrairement à Cuvier, à d'Orbigny et à Brongniart, en se basant sur l'étude des animaux actuels et fossiles, admettent qu'il n'y a pas de séparation tranchée entre ces divers êtres, mais qu'il existe entre eux une *filiation*. Les premiers animaux qui ont apparu se seraient *transformés* successivement sous diverses influences, amenant ainsi, sous l'influence des *besoins* ou des *habitudes* (Lamarck) ou sous celle du *milieu* (Geoffroy Saint-Hilaire), le *développement* ou l'*atrophie* de certains organes.

Il n'y a plus de créations successives, mais la Nature a créé d'abord des êtres simples, qui peu à peu, sous les influences dont nous venons de parler, se sont modifiés, transformés en des êtres ordonnés en séries de plus en plus compliquées, de plus en plus parfaites, depuis la masse gélatineuse amorphe, mais vivante, du protozoaire jusqu'à l'homme.

Lamarck, dans sa *Philosophie zoologique*, dans laquelle interviennent bien peu, malheureusement, de données paléontologiques, a dressé un arbre généalogique de toutes les formes animales, depuis les types les plus simples jusqu'aux mammifères les plus élevés (l'homme excepté). Cet essai de synthèse grandiose n'est intéressant que par son esprit et les idées sur lesquelles il est basé. Il est inexact en un très grand nombre de points essentiels, mais il est le premier canevas sur lequel les naturalistes futurs poseront des idées plus précises, ayant pour point d'appui un plus grand nombre d'observations. Aussi bien était-il difficile à Lamarck de faire autre chose qu'une œuvre préliminaire. Il manquait, pour l'étayer et l'établir sur des bases plus solides, de la connaissance d'un plus grand nombre de fossiles, et il aurait dû tenir grand compte de cette loi féconde donnée par Geoffroy Saint-Hilaire : *Le développement embryogénique d'un être vivant actuel est un résumé raccourci des phases par lesquelles a passé le développement paléontologique auquel se rapporte l'espèce étudiée.*

III. — Darwin.

Quarante ans plus tard, Darwin, reprenant les idées de Lamarck, va donner à la théorie du transformisme un éclat tel que beaucoup de savants l'appelleront désormais la théorie du darwinisme.

Darwin, qui avait beaucoup voyagé et, par suite, beaucoup vu, qui avait un don d'observation prodigieux et était servi par une vaste érudition, vint ajouter un argument important de plus à la théorie du transformisme, celui de la *concurrence vitale*.

Pour le grand savant anglais, il se produisait, par suite de cette concurrence parmi les êtres vivants, une *sélection naturelle*, analogue à la sélection artificielle créée par l'homme pour faire naître des variétés dans le monde végétal et dans le monde animal. Les espèces les mieux douées résistaient et disparaissaient ensuite devant des espèces mieux organisées.

L'exposé et la discussion de *l'Origine des espèces* de Darwin n'est pas à faire ici; elle est connue de tous. Mais il faut noter et faire ressortir la grande faiblesse des arguments paléontologiques de Darwin, arguments qui devraient constituer cependant la base de toute théorie transformiste, car il doit y avoir une liaison inséparable de la Paléontologie et de la Zoologie. C'est Albert Gaudry, l'émule et le contemporain de Darwin, qui va lui offrir cet appui indispensable.

IV. — L'œuvre d'Albert Gaudry.

Né en 1827, à Saint-Germain-en-Laye, Albert Gaudry était le fils du bâtonnier de l'ordre des avocats de Paris, amateur éclairé des sciences naturelles. A vingt ans, le jeune homme, qui avait parcouru, en compagnie de son père, les environs de Paris et visité les principaux gisements de fossiles décrits par Cuvier, montra une vocation irrésistible pour la Géologie et la Paléontologie. En 1850, il fut attaché au laboratoire de Géologie du Muséum d'Histoire naturelle où il travailla sous la direction de d'Orbigny, son beau-frère, et de Cordier. En 1852, ses premiers travaux, *sur un groupe d'Echinodermes* (*Stellerides*) et *sur l'origine et la formation des silex de la craie et des meulières des terrains tertiaires*, lui firent décerner le titre de docteur.

§ 1. — Pikermi. La parenté des mondes anciens et du monde actuel.

Chargé de mission en Orient, il parcourt avec son ami Damour : la Grèce, la Syrie, Chypre et l'Égypte. En passant par Athènes, il apprend que Duvernoy et A. Wagner avaient trouvé, non loin de là, au pied du Pentélique, en un lieu appelé Pikermi, des traces de faunes fossiles de Vertébrés. Il fit une visite sommaire au gisement et obtint ensuite une mission de l'Académie des Sciences pour exhumer la faune qu'il renfermait.

C'est dans ce pays, au-dessus duquel plane le génie des anciens Grecs, que Gaudry allait ressusciter tout un monde nouveau, qui vivait plusieurs centaines de siècles avant l'apparition de l'homme.

« Sur cette terre classique, ses recherches, son esprit, sa pensée ont créé une autre fois, et dans une autre direction, un lieu classique, car pour toujours avec la faune de Pikermi est uni le nom d'Albert Gaudry. » (Discours du Président de l'Académie Royale des Sciences de Berlin.)

Les fouilles de Pikermi, poursuivies pendant plusieurs années et avec quelques dangers (on était au moment de la guerre de Crimée), dans un pays infesté de brigands, permirent de recueillir plusieurs milliers d'échantillons qui furent répartis entre trois cent soixante et onze individus.

Les squelettes de plusieurs animaux fossiles purent être reconstitués dans leur entier. Gaudry établit que cette riche faune comprenait trente-cinq genres, dont vingt étaient complètement éteints et cinq espèces jusqu'alors inconnues ou à peu près.

On n'avait jamais rencontré, dans aucune contrée, un groupe d'animaux gigantesques comparable à celui de Pikermi.

Si le territoire que ces êtres ont habité a passé jadis pour le séjour des dieux et s'il a vu briller les plus beaux génies de l'Antiquité, l'ensemble des êtres enfouis dans son sol à une époque géologique reculée a exigé de grands espaces.

« Il faut croire que les campagnes étaient, non seulement plus vastes, mais aussi plus riches que de nos jours. Les chaînes de marbre du Pentélique, de l'Hymette, du Laurium ne portent le plus souvent que d'humbles herbes, bonnes à nourrir les abeilles; il est probable que, dans les temps anciens, il y avait, au delà de ces arides montagnes, des vallées d'une végétation luxuriante, où de grasses prairies alternaient avec des bois magnifiques, car la fécondité du règne animal fait supposer nécessairement celle du règne végétal » (Gaudry). L'abondance des Herbivores appuie cette manière de voir d'une façon irréfutable. Les paysages étaient animés, en effet, par des rhinocéros à deux cornes et d'énormes sangliers, par des singes (*Mesopithecus Pentelici*), des carnassiers de la famille des civettes, des martres, des chats et des hyènes, qui gîtaient dans les cavernes du Pentélique, pendant que dans les plaines couraient, en troupeaux ou en bandes, les hipparions et les antilopes aux formes sveltes et graciles, aux cornes droites, en spirale, ou courbées en lyre.

L'Attique avait encore des girafes et des Ruminants apparentés à ces dernières, que Gaudry, hanté par la poésie de l'antique Hellade, appela *Helladotherium*, superbes créatures que l'on croyait disparues à jamais et qui ont surgi, à peine modifiées, il y a quelques années, des pâturages du Congo » (F. Perrier).

Les Mammifères les plus grands comprenaient : un Edenté aux doigts crochus (*Ancylotherium*), deux Mastodontes, un Carnassier aux canines gigantesques : le *Machairodus*, et enfin l'énorme *Dinotherium*. A côté de ces formes, signalons encore le *Chalicotherium*, le sanglier d'Erymanthe, la chèvre amalthée (*Tragocerus amaltheus*) et, parmi les Oiseaux et les Reptiles : le coq d'Esculape, la grue du Pentélique, la tortue des Marbres, etc.

Tous ces animaux étaient des animaux terrestres et le gisement de Pikermi représente un dépôt torrentiel. A l'époque où vivait la faune dont nous parlons, la Grèce était unie largement à l'Afrique et son climat était semblable à celui de cette région. Ce n'est que beaucoup plus tard que s'est faite la séparation des deux pays. Les animaux enfouis dans les ravins de Pikermi ont été entraînés, en ce point, par les cours d'eau de l'époque, bordés d'une végétation encore africaine.

Les autres conclusions, tirées par Gaudry de l'étude de cette faune, furent des plus remarquables et c'est de celles-là surtout que nous voulons parler.

Gaudry ne s'est pas, en effet, contenté de décrire avec soin toutes ces formes si intéressantes, ainsi que le faisaient ses contemporains; en montrant les différences qui les séparaient des types connus, il a été conduit et s'est attaché aux *ressemblances* qu'elles offraient, soit avec les formes anciennes, soit avec les *formes actuelles*.

Il a cherché la *liaison*, les *rapports* qui unissent les êtres anciens entre eux et les êtres actuels. Ce sont ces rapports, cette liaison, que son esprit a établis, qui ont déterminé sa *philosophie*, qui constituent la nouveauté, l'originalité et la grandeur de son œuvre. Et ce sont ces données qui apportent un appoint précieux à la doctrine transformiste.

Après avoir démontré que la faune de Pikermi est d'âge miocène supérieur, M. Gaudry montre qu'il y a dans la Nature quelque chose de plus élevé que la variété apparente des faunes, c'est *l'unité du plan* qui les relie.

Voici quelques exemples cités par l'auteur : « C'est ainsi que les singes de Pikermi (*Semnopithecus Pentelici*) sont intermédiaires entre les singes vivants appelés Macaques et les Semnopithèques. Ils se rapprochent des premiers par leurs membres et des seconds par leur crâne. Le Carnivore appelé *Simocyon* a des canines de chat, des prémolaires et des carnassières de chien, tandis que la forme de ses mandibules et de sa tuberculeuse le rapprochent des ours. Avec l'Amphicyon, l'Hemicyon, l'Arctocyon, il relie cette famille à celle des chiens, qui en est bien distincte aujourd'hui. A côté d'animaux moitié civettes, moitié hyènes, on voit une hyène proprement dite, intermédiaire entre les espèces communes actuellement en Afrique, l'hyène tachetée et l'hyène rayée » (Gaudry).

En comparant les fossiles de Pikermi à ceux qu'on trouve dans des terrains plus anciens, par exemple à Sansan (Gers) ou en Auvergne, des rapports analogues apparaissent à Gaudry et lui indiquent que Pikermi n'est pas le seul gisement présentant des types intermédiaires.

« Il en conclut que les types organisés ne sont pas des entités distinctes, qu'ils se relient d'une part à des types plus anciens, pouvant être considérés comme les ancêtres des premiers, d'autre part à des types plus récents, pouvant être regardés comme leurs descendants.

« Les changements qu'il constate, en passant d'une forme donnée à une forme voisine, sont si peu considérables, l'ensemble des transformations se coordonne si bien dans le temps, qu'il est conduit logiquement à conclure que les espèces d'animaux fossiles n'ont pas été immuables, qu'elles se sont transformées en d'autres; que le changement est la loi suprême du monde animé comme du monde physique » (Boule).

Ainsi Gaudry apporte à la théorie de l'évolution la base la plus solide et celle qui lui manquait jusque-là, *l'argument paléontologique*. Et ne serait-il pas étrange et antiscientifique de ne pas tenir compte des animaux fossiles, dont les espèces sont beaucoup plus nombreuses que les formes vivantes?

L'apparition du grand et remarquable ouvrage sur *Les animaux fossiles et la géologie de l'Attique*, où Gaudry expose ses idées sur les faunes de cette région, marque donc une date importante dans l'histoire de la Paléontologie et du monde animal.

L'étude de la faune de Pikermi établit la réputation scientifique du naturaliste parmi les savants.

§ 2. — Le Mont Léberon. Les migrations.

Quelques années plus tard (1872), Gaudry entreprend des recherches au Mont Léberon, près de Cucuron (Vaucluse), dans un gisement ayant les plus grandes analogies d'âge et de faunes avec Pikermi. Il fut conduit à l'étude de ce gisement « pour rechercher, *non plus si les genres et les familles des Mammifères, mais aussi les espèces* ont été des entités immuables, ou bien si elles ont témoigné assez de plasticité pour faire supposer qu'elles sont descendues les unes des autres ».

L'ouvrage sur le Léberon fait le pendant de l'ouvrage sur Pikermi et le complète en beaucoup de points.

Gaudry, après avoir tracé un magnifique tableau de la nature miocène, conclut qu'elle est caractérisée par le grand développement des Herbivores et établit que les Mammifères, en raison de leur complexité, ont subi des variations bien plus grandes que les Invertébrés.

Il développe aussi une autre idée très importante, entrevue par Cuvier, et qui fournit aujourd'hui des résultats féconds : je veux parler des *migrations*.

Si l'on constate souvent des différences notables entre deux formes successives dans des couches terrestres superposées, on ne peut expliquer ces différences qu'à l'aide de changements survenus dans *l'habitat* des animaux.

Or, ces changements ont pour cause des régressions ou des transgressions marines, un exhaussement ou un affaissement de certains territoires continentaux.

Bref, les changements d'ordre biologique dans une région sont sous la dépendance des changements d'ordre physique, les changements fauniques sont en relation étroite avec les changements géographiques. « Lorsque je dis que la différence des deux sous-étages du Miocène supérieur résulte surtout des changements survenus dans l'habitat des animaux, je ne pense pas indiquer un fait isolé dans l'histoire du développement des êtres. Il y a lieu de supposer que l'ensemble du monde organique a marché d'une manière continue et que, si les géologues rencontrent de brusques apparitions de fossiles en passant d'un étage à un autre, c'est parce qu'ils ont, en général, placé les limites d'étages sur les points où il y a eu des déplacements de faunes. Le paléontologiste qui ne croit pas aux migrations et aux extinctions locales ne peut admettre les enchaînements des êtres anciens; il rencontre des apparitions, des disparitions et des retours qu'il ne saurait comprendre » (Gaudry).

Ainsi s'expliquent les liens étroits, indispensables, entre la Géologie et la Paléontologie. Un paléontologiste, si éminent fût-il, doit être géologue pour connaître les faunes qu'il étudie, et un géologue qui étudie les terrains sédimentaires est obligé d'être paléontologiste.

§ 3. — Les Reptiles Primaires et la théorie de l'archétype.

Après avoir envisagé l'évolution des Mammifères à la fin des temps miocènes et en avoir tiré les importantes conclusions qui précèdent, Gaudry entreprend ensuite l'étude des animaux quadrupèdes dont on venait de découvrir des spécimens dans les schistes permiens d'Autun.

Avant cette époque, les Amphibiens et les Reptiles primaires étaient presque inconnus en France. En décrivant les formes si curieuses d'Autun : le *Protriton*, l'*Actinodon*, l'*Euchirosaurus*, le *Stereorachis*, etc., en soulignant leurs affinités, Gaudry comble la lacune qui existait dans l'histoire de ces Vertébrés primitifs et il est conduit à discuter la manière dont s'est formé le type Vertébré et par suite l'archétype, qui a donné lieu à tant de controverses de la part des zoologistes et des embryologistes.

Pour le savant paléontologiste, « les Vertébrés n'ont pas été dérivés d'animaux conformes à l'idée qu'on s'était faite de l'archétype vertébral. Les prototypes Vertébrés semblent, au contraire, avoir été éloignés de l'archétype vertébral, car l'archétype est supposé un composé de vertèbres placées bout à bout et peu modifiées, tandis que le caractère principal des Vertébrés les plus anciens paraît être d'avoir eu leur colonne vertébrale incomplètement formée. Les plus anciens poissons primaires ont été dépourvus de vertèbres ou bien ont eu des vertèbres dont le centrum n'était pas ossifié. De même, les premiers Reptiles avaient des restes de notochorde, dont les éléments étaient complètement ossifiés. On ne peut pas dire que la tête des Vertébrés n'est qu'une expansion des vertèbres, car les os de la tête et des membres ont été formés avant les vertèbres ».

Ce sont là des idées contraires à la théorie d'Oken et à tant d'autres théories, mais les conclusions importantes de Gaudry sont réellement basées sur des faits.

§ 4. — L'Homme fossile.

Avant l'apparition de son premier grand travail sur Pikermi (1859), l'esprit scientifique de Gaudry s'était arrêté sur un autre sujet, qui avait soulevé également de très vives et parfois violentes discussions. Il s'agissait, en effet, de la découverte de l'homme fossile, affirmée par Boucher de Perthes, au début de l'époque quaternaire, découverte niée ou fort discutée. Pour solutionner la question, Gaudry entreprit des fouilles dans la localité de Saint-Acheul (Somme), localité qui devait devenir aussi célèbre que Pikermi, et il recueillit lui-même, dans les alluvions quaternaires, des silex taillés par l'homme, associés à des ossements d'espèces animales aujourd'hui éteintes : de grands bœufs, des *Rhinoceros tichorhinus*, le mammouth (*Elephas primigenius*) et l'hippopotame. Ainsi était démontrée irréfutablement cette contemporanéité, niée par certains. Ce fut là la première base scientifique rationnelle de la classification des terrains quaternaires, qui devait plus tard faire l'objet d'un important travail (*Matériaux pour l'histoire des temps quaternaires*), auquel il associait un de ses jeunes élèves, aujourd'hui son successeur, M. Marcellin Boule.

La série des travaux dont nous venons de parler, travaux si originaux, dont chacun marque une étape de la Paléontologie, valurent à Gaudry d'être nommé professeur de Paléontologie au Muséum d'Histoire naturelle en remplacement de Lartet (1872).

Il avait là, comme laboratoire, un étroit et sombre cabinet aux fenêtres vermoulues, au pavé en briques, donnant sur la cour de la Baleine, et il n'existait pas encore, à proprement parler, de collections paléontologiques. Elles étaient réparties entre les divers zoologistes. Ce n'est que sept ans plus tard (1879) que Gaudry put obtenir de rentrer en possession des fossiles de Pikermi qu'il avait recueillis et étudiés.

L'administration bienveillante du Muséum daigna alors lui construire un petit hangar vitré ; ce ne devait être là, heureusement, que l'amorce d'une galerie plus digne des richesses paléontologiques qu'il voulait mettre au jour et faire connaître à tous. Mais, pour obtenir un palais analogue à celui de la Zoologie, quelles ressources de persuasion il dut déployer!

Lorsqu'elle fut construite et organisée selon ses idées, elle apparut, ainsi que le disait éloquemment M. Liard, « comme une histoire, comme une philosophie ; elle est, en effet, l'histoire de la création animale, rendue visible, tangible, une histoire interprétative ». Dans cette magnifique exhibition des témoins retrouvés des siècles passés, rangés suivant leur ordre d'apparition sur le globe, on a en raccourci l'histoire du monde animal, depuis les Radiolaires des terrains cambriens jusqu'au premier-né des races humaines, qui était déjà l'*Homo sapiens*.

Mais, avant d'arriver à ce terme ultime, Gaudry avait concrété ses idées de savant et de professeur sous la forme d'ouvrages qui eurent un retentissement considérable.

§ 5. — Les enchaînements du monde animal. L'unité de plan du monde animal.

C'est, en effet, après six ans d'enseignement qu'il fit paraître son premier volume sur *Les Enchaîne-*

ments du monde animal. Fossiles tertiaires, ouvrage au titre suggestif qui causa un enthousiasme considérable dans le monde des naturalistes de tous les pays.

Quelques années après parurent les *Fossiles primaires*, puis les *Fossiles secondaires*. Cette trilogie scientifique résume une grande partie de l'œuvre et des idées de Gaudry. Le mot « Enchaînements » dit assez l'esprit qui la domine. Il existe des enchaînements, des parentés évidentes entre les divers êtres qui ont apparu successivement sur le globe et ceux qui existent aujourd'hui. Et ces derniers ne sont que la résultante ou le reliquat d'une évolution dont les divers termes se trouvent dans la série des temps géologiques. On ne peut s'expliquer le monde actuel que par la connaissance des mondes disparus. Il n'y a pas un monde fossile et un monde vivant, il y a un *monde unique*. Si l'évolution des êtres différents qui, tour à tour, ont peuplé la Terre s'est faite sous l'action de causes naturelles (modifications dues au milieu, aux besoins, aux migrations, mutations, etc.), il paraît à Gaudry que « ces causes elles-mêmes ont dû agir pour la réalisation d'un *plan*, et c'est à découvrir ce *plan*, à l'exprimer qu'il a écrit de si remarquables ouvrages et qu'il a consacré sa vie » (Liard).

En 1896, Gaudry publie un autre ouvrage qui est comme le complément des *Enchaînements* : c'est un *Essai de Paléontologie philosophique*, dans lequel il expose ce qu'il pense des problèmes soulevés par l'étude de la Paléontologie.

Dans une série de chapitres, il montre que le monde animé forme une grande unité, dont on peut suivre le développement comme on suit celui d'un individu. Il passe successivement en revue la multiplication des êtres, leur différenciation, la croissance de leur corps, les progrès de leur activité, de leur sensibilité, de leur intelligence.

Une idée pratique qui découle de ses études est celle qui a trait à la détermination de l'âge des couches terrestres, en se basant sur le *stade d'évolution* des animaux que l'on y trouve. « Personne ne nie plus aujourd'hui que c'est surtout par le secours des fossiles qu'il est possible de déterminer l'âge des terrains. Il est admis que chacun d'eux renferme un certain nombre de fossiles caractéristiques. Pourquoi sont-ils caractéristiques d'une époque plutôt que d'une autre? Nul autrefois ne le savait, et cela ne pouvait manquer de déplaire, car on n'aime pas ce qu'on ne comprend pas et on a grand'peine à le retenir.

« Mais, si la Paléontologie nous fait assister à une évolution régulière du monde animé, il est évident que le stade de développement des fossiles doit correspondre à leur âge géologique; nous comprenons alors pourquoi tels fossiles se rencontrent à tel niveau. Les stades d'évolution des fossiles que l'on nous apporte à déterminer marquent non seulement les changements de l'organisation, mais aussi ceux des principales divisions des temps géologiques. Si, dans deux gisements différents, je constate que, dans l'un, les animaux indiquent un état d'évolution moins avancé que dans l'autre, j'en conclus que le premier est d'une époque plus ancienne » (Gaudry).

Ainsi, suivant l'état de développement de la colonne vertébrale, de la queue, des dents, des écailles qui enveloppent le corps des poissons, on distingue le Primaire, le milieu du Secondaire et le Tertiaire. Les Reptiles à colonne vertébrale imparfaitement ossifiée révèlent le Primaire; l'apogée du règne des Reptiles annonce le Secondaire, leur ressemblance avec les types actuels indique le Tertiaire.

Qu'on montre à un paléontologiste une patte ou une dent de divers animaux d'âges différents, il saura dire souvent : voilà une patte d'un animal éocène, oligocène, miocène, etc. A part quelques correctifs, l'histoire des découvertes de ces dernières années, par exemple celles relatives aux Proboscidiens, apporte une consécration éclatante à ces idées, qui ne sont que le corollaire direct de l'*évolution continue* des êtres.

Une visite à la Galerie de Paléontologie du Muséum permettra de se rendre compte, à l'aide d'arguments visibles, des idées exposées par Gaudry.

Et c'est précisément sur ces arguments (en l'espèce les fossiles), puisés dans tous les pays, qu'il a établi sa doctrine, en une langue sobre, pure et harmonieuse.

Dans les derniers ouvrages dont nous venons de parler, il a montré, à l'aide de nombreux dessins, très clairs, combien la doctrine transformiste était la seule qui permît d'expliquer l'histoire des animaux fossiles. Il a su faire plus : il a jeté sur cette histoire une chaleur communicative, un charme poétique qui rendent la lecture de ses livres aussi attrayante qu'instructive.

Mais voici le savant à soixante-quinze ans. L'âge officiel de la retraite a sonné pour lui, il va falloir se séparer de ses élèves, avec lesquels il a vécu dans une intimité si grande, et des collections auxquelles il a voué un véritable amour. C'est là un sacrifice des plus pénibles, que son élève, M. Boule, devenu à son tour un maître éminent, appelé à lui succéder, sut lui éviter.

Il lui conserva son cabinet, toutes ses habitudes, et il resta dans cette maison hospitalière, qu'il avait eu tant de peine à faire créer, jusqu'à son dernier jour. Et, jusqu'à la fin, il donna l'exemple d'un

labeur continu, d'une lucidité et d'une fécondité étonnantes.

§ 6. — Les Faunes de Patagonie. Une portion du monde antarctique.

De 1904 à 1908, il dirige, en effet, ses recherches vers un monde tout nouveau pour lui, sur lequel les découvertes d'Ameghino, exposées ici en leur temps[1], venaient d'attirer l'attention. Ce monde des étranges Vertébrés anciens de la Patagonie, qui déroute l'esprit, accoutumé aux formes européennes, asiatiques et nord-américaines, attire Gaudry. Les récoltes remarquables faites par un jeune Français, Tournoüer, des spécimens les plus curieux de cette faune, lui fournissent matière à de nouvelles études qui le passionnent, car il trouve là encore des problèmes attachants à résoudre.

Dans trois Mémoires successifs, il expose les idées que ses études lui ont suggérées. En voici le résumé :

« Sauf au début du Tertiaire, les Mammifères terrestres de la Patagonie sont très éloignés de ceux de l'hémisphère boréal. Tous les genres sont distincts et la plupart le sont à tel point qu'on ne peut les faire rentrer dans les ordres établis pour les Mammifères de nos pays.

« Non seulement les genres diffèrent, mais la marche de l'évolution n'a pas été la même. Tandis que la Paléontologie de l'hémisphère boréal nous offre le spectacle d'un progrès continu, l'Amérique australe montre un arrêt de développement. A l'époque miocène, aucun animal n'y est devenu Ruminant, Pachyderme à doigts pairs, Solipède comme nos chevaux, Proboscidien, Carnivore placentaire, Singe anthropomorphe. Cela a duré jusqu'à l'époque actuelle, car les Mastodontes, les chevaux, les cerfs, les ours, les *Machairodus*, qui ont laissé leurs débris dans les couches pampéennes à côté des descendants des animaux tertiaires de la Patagonie, s'en éloignent trop pour qu'ils en aient été des transformations; il n'est pas douteux qu'ils ne soient émigrés du Nord. Les faunes formées sur le sol de la Patagonie ne se sont pas laissé influencer par les nouveaux venus : plutôt que de se modifier, plusieurs de leurs espèces sont mortes, attestant jusqu'à la fin la séparation du monde austral et du monde boréal.

« Des faits analogues ont dû se passer en Australie, attendu que ses Mammifères n'ont guère dépassé les stades de nos genres éocènes.

« Ainsi la surface terrestre se partagerait en deux parties : l'hémisphère boréal, où le progrès s'est continué jusqu'à nos jours et où la vie s'est manifestée dans toute sa magnificence, et les régions antarctiques, où le monde animal a subi un arrêt de développement. Pourquoi? Nous l'ignorons jusqu'ici. Il y a là un nouveau problème qui se pose devant les savants s'occupant de l'évolution des êtres, mais il n'a pas dû y avoir deux centres de création, l'un dans l'hémisphère boréal, l'autre dans l'hémisphère austral. »

Gaudry est mort à quatre-vingt-un ans après avoir passé les dernières années de sa vie à l'étude de ces formes antarctiques. Il laisse même un Mémoire posthume, fort remarquable, relatif au *Pyrotherium*, l'une des plus curieuses créatures du monde austral, travail qui ne tardera pas à paraître et sera comme un dernier hommage rendu à sa mémoire.

Je n'ai fait qu'effleurer ici l'œuvre de Gaudry. Mais cela est suffisant pour montrer sa variété et sa grandeur. Grâce à lui, à ses contemporains et à ses disciples : à Cope Marsh et Osborn, en Amérique; à Flower, Lydekker, en Angleterre ; à Neumayr, Zittel et Rütimeyer, en Autriche, en Allemagne, en Suisse; Douvillé, Boule et Depéret, en France, etc., l'*évolution des mondes anciens* est définitivement et solidement établie.

Mais il ne faut pas oublier que Gaudry en a été le *précurseur*. Par la hauteur des problèmes qu'il a étudiés, par l'influence considérable qu'il a exercée et par ses conceptions doctrinales, Albert Gaudry se rattache à Lamarck; mais il est aussi, par ses observations si remarquables, le Darwin des mondes disparus, et son nom doit briller à côté de ceux de ces illustres savants.

Ph. Glangeaud,

Professeur de Géologie à la Faculté des Sciences de Clermont-Ferrand.

[1] Glangeaud : Les Mammifères crétacés de la Patagonie. *Revue générale des Sciences*, 28 février 1898.

LA LUTTE D'ARTILLERIE NAVALE ET LES PROJECTILES CHARGÉS EN EXPLOSIF

Les luttes maritimes de la guerre russo-japonaise ont mis en évidence le rôle prépondérant joué par l'artillerie; cependant, et bien que le canon

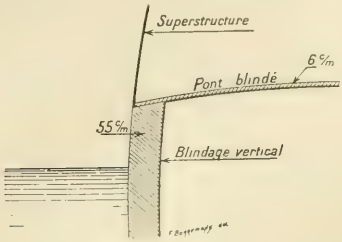


Fig. 1. — *Coupe au maître d'un cuirassé type Amiral-Duperré.*

apparaisse comme le facteur principal du succès dans le combat naval, l'accord est loin de régner

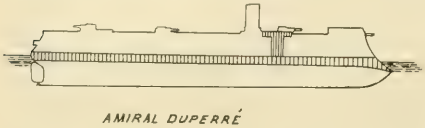


Fig. 2. — *Elévation du cuirassé Amiral Duperré.*

en ce qui concerne les règles de son emploi. Alors que, sur terre, l'action offensive de l'artillerie de

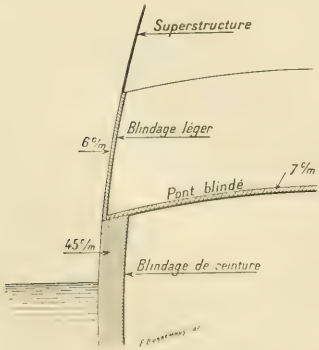


Fig. 3. — *Coupe au maître d'un cuirassé type Carnot.*

campagne contre les troupes ennemies est caractérisée par l'emploi presque exclusif d'un calibre voisin de 75 millimètres et tirant le shrapnell, les données principales de l'artillerie de bord sont, au contraire, encore en discussion. La controverse roule ici, non seulement sur le calibre des bouches à feu à employer, mais encore sur le mode d'organisation de leur projectile, aussi bien que sur le mode d'attaque dont on se propose de faire usage vis-à-vis du navire ennemi.

Dans le cours du présent article, nous passerons en revue les diverses théories qui ont été émises au sujet du type de projectile devant constituer l'approvisionnement des bords, et nous essaierons de procéder à leur mise au point, en tenant compte soit des résultats obtenus expérimentalement, soit de

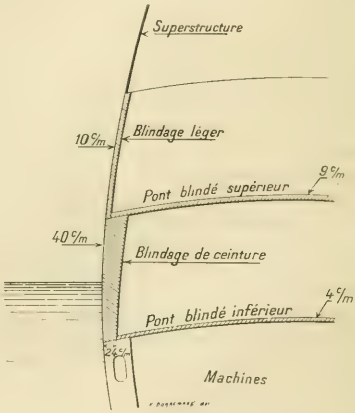


Fig. 4. — *Coupe au maître d'un cuirassé type Charlemagne.*

ceux qu'on peut logiquement déduire des diverses données du matériel actuellement en usage dans les différentes marines militaires.

I. — Protection du navire cuirassé moderne.

Il convient donc d'étudier au préalable, tout au moins dans ses grandes lignes, le mode de protection en usage dans les bâtiments en service. A l'origine de la marine cuirassée (type *Gloire*, 1859), le système défensif consistait uniquement en une cuirasse de fer forgé d'une épaisseur de 12 centimètres, recouvrant toutes les superstructures. L'accroissement rapide de la puissance de l'artillerie nécessitant une augmentation corrélative de l'épaisseur du blindage protecteur, et les diverses marines hésitant alors à entrer dans la voie des grands ton-

nages, force fut de restreindre l'étendue de la surface protégée. L'évolution précédente se poursuivant, cette surface se trouva finalement réduite à la cuirasse de ceinture et aux locaux (tourelles et réduits) abritant les pièces de gros calibres. Avec un tel dispositif, un coup d'enfilade ou un coup de travers passant par-dessus le can supérieur de la cuirasse pouvait aisément atteindre la machinerie. La nécessité de se soustraire aux conséquences désastreuses de coups de ce genre donna naissance à la conception du pont blindé.

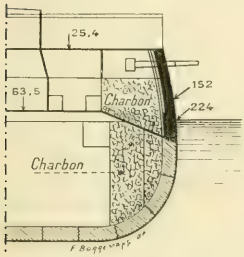


Fig. 5. — *Coupe au maître du cuirassé Mikasa.*

L'*Amiral-Duperré* (1879), dont nous représentons ci-contre (fig. 1 et 2) la coupe au maître et l'élévation, est un des premiers navires munis de cet organe protecteur. Ajoutons que, sur les navires construits d'après ce type (*Magenta, Neptune*, etc.), le compartimentage de la partie située au-dessous du pont blindé était des plus rudimentaires.

On saisit immédiatement le défaut du mode de protection en question, car un projectile de rupture peut, après perforation de la ceinture, atteindre la machine ou les chaudières. De plus, les superstructures de ces cuirassés étaient à la merci de l'artillerie, même de petit calibre.

Ce dernier défaut, déjà très grave alors que les obus n'étaient chargés qu'en poudre noire, s'accentua d'une manière telle, avec les obus chargés en explosif, qu'il fallut songer à protéger la batterie, dans la mesure que comportaient la puissance offensive, le rayon d'action et le tonnage adoptés.

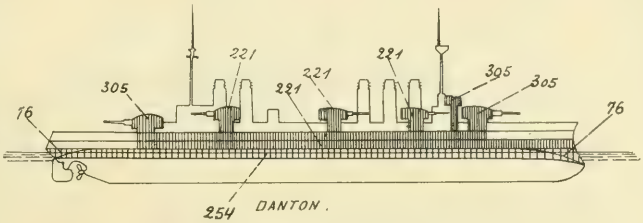


Fig. 7. — *Plan en élévation du cuirassé Danton.*

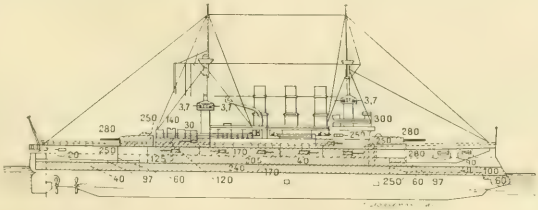


Fig. 8. — *Plan en élévation du cuirassé Deutschland.*

En France, ce progrès fut réalisé sur les cuirassés type *Carnot* (1894). Dans ces navires, la ceinture

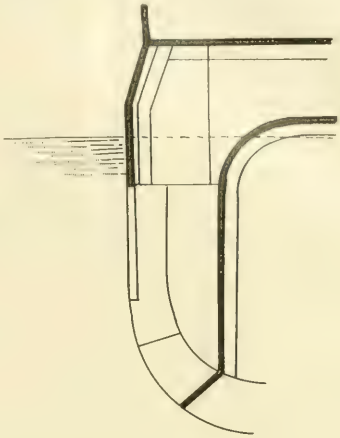


Fig. 6. — *Coupe au maître du cuirassé Césarevitch.*

verticale est surmontée d'un blindage en acier de 6 centimètres d'épaisseur (fig. 3), suffisant pour provoquer l'éclatement extérieur des obus en fonte chargés en explosif et amorcés à l'ogive. Dans le cas où des projectiles de l'espèce auraient détoné à l'intérieur après avoir rencontré la superstructure, la hauteur du blindage léger était telle que, étant donné l'angle de chute probable du projectile, la détonation de celui-ci aurait eu lieu à une distance du pont blindé assez grande pour soustraire ce dernier aux effets de défoncement résultant de l'action de la charge explosive.

On voit qu'ici encore, et malgré l'accroissement de protection donné à la coque, les organes essentiels du navire pouvaient néanmoins être atteints par un obus ayant perforé la cuirasse de ceinture.

Le caisson blindé, qui fit pour la première fois en France son apparition sur les cuirassés type *Bouvet*, a pour objet de remédier à cet inconvénient. Constitué latéralement par la cuirasse de ceinture, il est complété à sa partie inférieure et à sa partie supérieure par deux ponts cuirassés aboutissant aux cans inférieur et supérieur de la cuirasse. Le pont d'épaisseur maxima est généralement le pont supérieur, le pont inférieur jouant alors simplement le rôle de pont pare-éclats. Un blindage léger surmonte la cuirasse de ceinture.

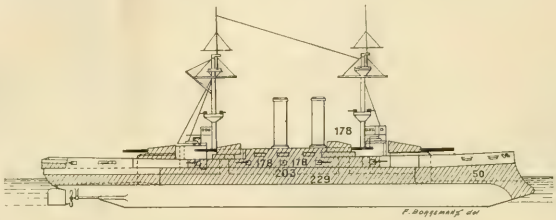


Fig. 9. — *Plan en élévation du cuirassé King Edward VII.*

Schématiquement, la coupe au maître d'un cuirassé ainsi organisé est donc celle que représente la figure 4. Dans certains navires, tels que le *Mikasa*, le caisson blindé est constitué (fig. 5) latéralement par la cuirasse de ceinture et le blindage moyen. Le pont supérieur est alors celui dont l'épaisseur est la plus faible. La forme trapézoïdale du pont cuirassé inférieur du *Mikasa* a été adoptée sur beaucoup de bateaux récents.

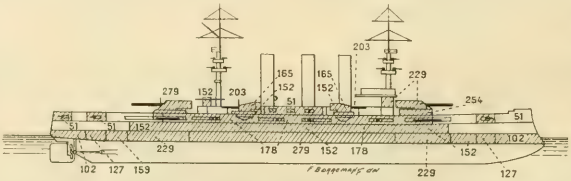


Fig. 10. — *Plan en élévation du cuirassé Louisiana.*

Sur le *Césarewitch* (fig. 6), le pont inférieur pare-éclats, au lieu de se raccorder avec le can inférieur de la cuirasse, descend parallèlement à la muraille de la carène pour se relier à celle-ci dans ses formes arrondies.

D'une manière générale, dans les diverses marines militaires, la superficie protégée des superstructures tend à s'accroître de plus en plus; c'est ainsi que la hauteur de la cuirasse de ceinture est maintenant portée à 4 mètres et que les batteries sont blindées sur une notable partie de leur étendue. Les plans en élévation représentés ci-contre mettent nettement ce fait en évidence (fig. 7, 8, 9, 10 et 11).

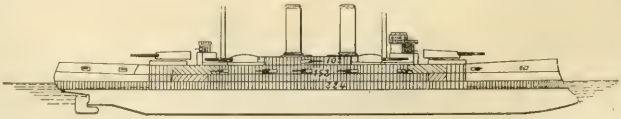


Fig. 11. — *Plan en élévation du cuirassé Katori.*

Ayant ainsi mis en lumière les caractéristiques principales de la protection défensive du navire contre l'attaque de l'artillerie, il nous reste à examiner les moyens dont celle-ci dispose pour l'attaquer.

II. — Conditions a remplir par le projectile.

Pour qu'un projectile puisse causer une avarie sérieuse à un navire cuirassé de construction récente, il résulte de ce qui précède qu'il faut, ou bien que le projectile atteigne la carène, ou encore qu'il soit susceptible, après avoir traversé la cuirasse limitant latéralement le caisson blindé, d'éclater au contact du pont pare-éclats. La mise hors de combat du navire attaqué peut d'ailleurs encore résulter de l'impossibilité où se trouverait son personnel de servir l'artillerie du bord, par suite de l'inhabitabilité des tourelles ou de la batterie. Au combat de Tsushima, il semble bien que ce soit une telle cause qui ait partiellement paralysé l'action offensive d'une partie des navires russes. C'est en escomptant des faits de ce genre qu'on a tout dernièrement mené une campagne très vive, dans le but de constituer exclusivement l'approvisionnement de l'artillerie des unités de combat en projectiles dits à grande capacité.

Dans ces projectiles, l'enveloppe métallique, aussi mince que possible, sert uniquement de véhicule à une charge explosive de poids relativement considérable par rapport au poids total du projectile. Dans ce cas, on néglige systématiquement les effets destructeurs provenant de la force vive de l'obus pour ne retenir que ceux dus à l'énergie libérée par la détonation de l'explosif.

La poudre noire ayant été presque universellement abandonnée pour le chargement intérieur des projectiles, en raison de sa faible énergie poten-

tielle, il convient tout d'abord de mettre en évidence les difficultés inhérentes à l'emploi des explosifs puissants pour cet usage particulier.

L'explosif employé doit, en effet, être tel qu'il puisse être tiré en toute sécurité aux pressions de 3.000 kilogs par centimètre carré dont fait actuellement usage l'artillerie navale; car, si l'explosion, dans l'âme, d'un obus chargé en poudre noire peut ne causer que des avaries insignifiantes à la bouche à feu qui le tire, celle d'un obus chargé en explosif entraînera, dans les mêmes conditions, la destruction complète du canon qui le lance et celle du personnel groupé autour de celui-ci.

Cette condition impérieuse de la sécurité au départ n'est, d'ailleurs, point aisée à réaliser sans précautions spéciales. Dans les conditions de pression spécifiées plus haut, l'ordre de grandeur des accélérations maxima imprimées au projectile est voisin de 100.000 mètres par seconde. Une colonne d'explosif d'un mètre de longueur exerce donc, en vertu de son inertie, une pression sur le culot de l'obus sensiblement égale à 1.500 kilogs par centimètre carré (en admettant que le poids spécifique de l'explosif soit égal à 1,5). Un manque de compacité de la charge explosive peut, par suite, provoquer des déformations brusques de celle-ci, susceptibles d'entraîner la détonation de la masse. Ainsi donc le chargement doit être absolument compact. Pour la même raison, l'enveloppe du corps d'obus ne doit être soumise qu'à des déformations élastiques très faibles. Cette condition, d'ailleurs aisée à réaliser par le calcul, étant données les constantes mécaniques du métal employé, conduit, pour une longueur de chargement déterminée, à l'adoption de corps d'obus dont le tracé est fonction de la pression maximum et de la longueur du chargement.

Par ailleurs, l'explosif employé doit, en outre, être tel que sa stabilité chimique soit assurée au cours de la conservation du projectile, et qu'aucune réaction dangereuse ne puisse se produire entre le chargement et le métal constituant l'obus.

Si l'on ajoute à ces considérations, inhérentes à la sécurité proprement dite, celles qui sont relatives au prix de revient et aux facilités de chargement, on voit combien se limite, en pratique, le choix que l'on peut exercer parmi les explosifs puissants. Une autre considération intervient encore :

Considérons l'impact d'un projectile chargé en explosif contre une plaque d'épaisseur e (fig. 12) et supposons que l'obus se brise après un parcours E_1 dans la plaque ($E_1 < e$). Si le mécanisme de mise de feu est bien établi, il n'a pas encore fonctionné à cet instant, de sorte que, dans l'hypothèse où l'explosif serait insensible au choc précédent, il sera projeté sans avoir explosé.

Au point de vue qui nous occupe, il est donc avantageux que la détonation spontanée de l'explosif, provoquée par la déformation du corps d'obus, précède la rupture de ce dernier. E_2 désignant l'épaisseur correspondant à la détonation spontanée, on sera dans les meilleures conditions possibles en faisant en sorte que la différence $E_2 - E_1$ soit positive et voisine de 0.

L'importance de cette considération est surtout très grande pour les obus à grande capacité d'explosif, qui sont relativement fragiles de par leur tracé même. Il s'ensuit que, chargés avec un explosif peu sensible, ils pourront se rompre, dans l'attaque d'obstacles suffisamment résistants, sans que la détonation de la charge intérieure se produise, fait d'autant plus fâcheux qu'on n'escompte guère, *a priori*, les effets dus à l'énergie cinétique du projectile. Cette éventualité s'observera surtout dans le choc sous des incidences très obliques, car l'obus allongé qui ricoche contre une plaque subit de ce chef des effets de torsion considérables, en même temps que le marteau du mécanisme tend à se coincer dans son logement, par suite des effets d'inertie provoqués par le changement de direction brusque de l'obus.

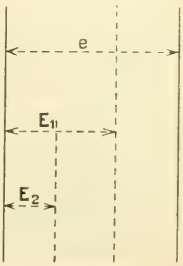


Fig. 12.

Appelons V_1 la vitesse au choc minima, nécessaire pour provoquer la détonation de l'obus dans les conditions précédentes. Pour des distances de tir telles que la vitesse restante soit inférieure à V_1, l'obus pourra se rompre sans détoner, si (ce qui est le cas général pour les obus à grande capacité) le choc est suffisamment violent pour rompre l'enveloppe du projectile.

Au contraire, les obus similaires de l'artillerie de terre, étant amorcés à l'ogive, détoneront généralement dans les mêmes conditions, pour les raisons qui seront données plus loin. Les obstacles qu'ils sont destinés à attaquer étant, en outre, souvent peu résistants (terres, maçonneries ordinaires), la rupture prématurée du corps d'obus ne sera pas le cas général, comme dans l'attaque oblique, à faible vitesse, des blindages. Enfin, comme les projectiles en question sont lancés en tir courbe ou vertical, le ricochet sur l'obstacle sera exceptionnel.

Les desiderata afférents à l'emploi des explosifs étant supposés réalisés, il nous faut déterminer l'organisation et l'emplacement du système d'amorçage.

Au début de l'emploi des explosifs pour le chargement des projectiles de l'artillerie navale, on se contentait de placer le système en question dans l'œil d'ogive de l'obus. L'expérience ne tarda pas à démontrer que les projectiles ainsi établis éclataient au contact des tôles minces, et que, dans le cas d'attaque de blindages même légers, les résultats obtenus étaient insignifiants. Ce fait tenait, comme on l'a reconnu depuis, à ce que l'explosif excitateur contenu dans le système d'amorçage détonait, par suite de la déformation de ce dernier au choc contre l'obstacle. Dans ces conditions, les dispositifs imaginés pour retarder la transmission de la mise de feu de la fusée à la charge explosive ne pouvaient évidemment remplir leur rôle. Pour se mettre à l'abri de la cause perturbatrice ci-dessus, on a donc été conduit à placer l'appareil d'amorçage au culot du projectile. C'est dans cette voie que sont entrées les diverses marines qui font usage d'obus chargés en explosif.

L'organisation proprement dite du système d'amorçage comporte un mécanisme de mise de feu actionné par le choc sur l'obstacle. Ce mécanisme allume un explosif excitateur, qui provoque à son tour la détonation de la charge. Dans la plupart des cas, l'explosif excitateur est généralement constitué par une forte amorce au fulminate de mercure, soigneusement calée dans son logement. Certaines artilleries intercalent entre le mécanisme de mise de feu et l'explosif excitateur un retard constitué par un grain de poudre comprimée. Le rôle de ce retard est de retarder l'inflammation de l'explosif excitateur, de manière à permettre au projectile de ne détoner qu'après la traversée de l'obstacle contre lequel il est tiré.

Il nous reste à considérer le tracé du projectile proprement dit. Remarquons, à cet égard, que, pour un canon de calibre déterminé, lançant un projectile chargé en explosif de poids donné p[1], notre choix peut se fixer sur une série de projectiles. Les deux termes extrêmes de cette série sont, d'une part, l'obus à parois épaisses contenant la quantité d'explosif strictement nécessaire pour déterminer sa fragmentation, et, d'autre part, l'obus à parois minces contenant la charge maxima d'explosif susceptible d'être tirée en toute sécurité. Pour ce dernier, la détermination du problème technique du tracé doit être complétée par la prise en considération des conditions relatives à la stabilité sur la trajectoire aérienne.

Par suite de la grande quantité d'explosif qu'il contient et du faible poids spécifique de celui-ci par rapport à l'acier (1,5 pour l'explosif — 7,6 pour l'acier), l'obus à grande capacité est, en effet, beaucoup plus allongé que l'obus à parois épaisses; partant, il a une tendance à culbuter sur sa trajectoire. Pour obtenir sa stabilité, on peut augmenter soit sa vitesse initiale V_0, soit l'inclinaison finale des rayures du canon dans lequel il est tiré. On est limité dans la première de ces deux voies par la résistance du projectile et la sécurité du chargement, et dans la seconde par la tenue des ceintures de forcement, car celles-ci sont arasées au début du forcement, lorsque, toutes choses égales d'ailleurs, l'inclinaison des rayures dépasse une limite déterminée

En fait, et étant donnés les résultats expérimentaux acquis jusqu'à ce jour, on peut affirmer que la réalisation d'obus à grande capacité (c'est-à-dire d'obus à parois minces, d'au moins 4 calibres de longueur) n'est possible qu'à la condition de ne pas dépasser au tir des pressions maxima de l'ordre de 1.800 kilogs par centimètre carré et de faire usage de rayures relativement très inclinées sur l'axe (inclinaison voisine de 7°).

Il résulte de là plusieurs conséquences importantes :

1° Les projectiles en question, étant tirés à des pressions maxima relativement faibles, auront des vitesses initiales inférieures à celle des projectiles ordinaires tirés à forte pression dans des bouches à feu adaptées à leur emploi;

2° En raison de leur faible inclinaison de rayures (4°), ces dernières ne sauraient lancer de projectiles à grande capacité;

3° Réciproquement, un obus à parois d'épaisseur moyenne ou considérable ne saurait être tiré à forte pression par un canon approprié au tir d'obus à grande capacité; car, en supposant que ce canon eût la résistance nécessaire pour supporter les pressions réalisées dans ces tirs, l'inclinaison des rayures entraînerait à coup sûr l'arasement des ceintures de l'obus dès le début de son mouvement dans l'âme. Il en résulterait le basculement du projectile dès sa sortie de la bouche à feu.

Ainsi donc, il faut un matériel spécial pour tirer l'obus à grande capacité, et, à longueur d'âme égale, la vitesse initiale de ce projectile sera notablement inférieure à celle de l'obus ordinaire de même poids et de même calibre.

Ces divers points étant acquis, il nous reste à comparer les effets destructeurs du projectile à grande capacité chargé en explosif avec ceux produits par l'obus à parois plus épaisses et chargé comme le précédent. Du résultat de cette comparaison découlera tout naturellement la conclusion concernant le point de savoir s'il convient ou non d'installer à bord un matériel approprié au tir de l'obus à grande capacité.

[1] Dans la pratique, p désignant le poids (en kilogs), a désignant le calibre (en décimètres), on ne fait usage que de projectiles tels que le rapport $\frac{p}{a^3}$ soit compris entre 12 et 16.

Les renseignements dont nous disposons pour la comparaison précitée proviennent de deux sources différentes :

1° L'expérimentation au polygone et les tirs contre des navires servant de cibles;

2° Les documents ayant trait aux combats de la guerre russo-japonaise[1].

On ne peut guère tirer des expériences de polygone que des conclusions au sujet des résultats obtenus dans l'attaque des blindages. Les effets de souffle et d'intoxication produits par la détonation des charges explosives ne pourront pas y être observés, à moins de procéder à de vastes installations en tôlerie simulant le compartimentage des navires modernes. Le coût de telles installations explique la rareté d'expériences de ce genre.

Depuis quelques années, plusieurs marines militaires ont procédé à des expériences de tir contre des coques de navires démodés, à la suite desquelles on a pu se rendre compte assez approximativement des effets du souffle. Nous disons approximativement, car, les navires dont il s'agit étant généralement âgés d'au moins vingt ans, leur compartimentage et leur mode de protection sont beaucoup plus rudimentaires que celui des navires récents.

Les tirs qu'on va entreprendre prochainement en France contre l'*Iéna* offriront donc un intérêt documentaire de premier ordre, étant donnée la date de mise en service de ce cuirassé (1902). Relativement aux effets d'intoxication, auxquels certaines personnes attribuent une importance telle qu'on a été jusqu'à parler de « bombardement par l'oxyde de carbone », les seules sources de renseignements que nous avons à notre disposition sont les écrits des officiers russes ayant assisté aux combats livrés dans les mers d'Extrême-Orient. Ils ont été mis à contribution pour la rédaction de la présente étude.

III. — Effets produits sur les blindages.

a) *Obus de rupture.* — Les obus de rupture en usage dans les différentes marines de guerre sont en acier chromé. Ils sont pourvus d'une coiffe et contiennent une charge d'explosif dont le poids est très faible eu égard au poids total du projectile (environ le 1/40). Lorsqu'ils sont animés d'une force vive suffisante et que le métal qui les constitue est de bonne qualité, ils peuvent, sous l'incidence de 15°, traverser des plaques en acier cémenté d'une épaisseur égale à leur calibre. Dans ces conditions, qu'ils détonent ou non dans la plaque, il y a production d'effets destructeurs au delà.

b) *Obus de semi-rupture.* — Ces projectiles constituent l'échelon intermédiaire entre le précédent et l'obus à grande capacité. Ils sont également constitués par de l'acier chromé, avec ou sans adjonction de nickel, et sont pourvus d'une coiffe. Le rapport de la charge explosive au poids total est voisin de 1/15. Sous l'incidence de 15°, ils peuvent traverser sans déformation sensible des plaques en acier spécial d'une épaisseur égale à la moitié de leur calibre et éclater au delà. Lancés contre des plaques de l'épaisseur du calibre, mais avec des vitesses très supérieures aux vitesses minima assurant le passage de l'obus de rupture, ils peuvent encore les traverser et produire des effets appréciables au delà.

c) *Obus à grande capacité.* — Les projectiles de cette catégorie sont en acier, de nuance assez douce pour pouvoir supporter le mode de fabrication par étirage. Leurs parois sont, par suite, relativement minces, et la proportion qui existe

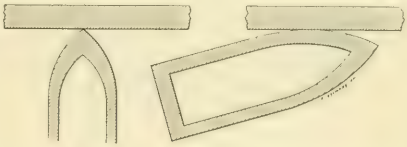


Fig. 13.

entre le poids de l'explosif et le poids total du projectile est d'environ 1/4. Tirés sous des incidences voisines de la normale, contre des plaques en acier spécial d'une épaisseur voisine du tiers du calibre, ils sont susceptibles de les percer; mais, dans ce cas, les effets produits au delà sont assez faibles. Ils deviennent considérables si le projectile, lancé sous une incidence très oblique, détone au contact même de la plaque (fig. 13).

Cette différence d'action s'explique d'ailleurs aisément, en remarquant que, dans le premier cas, c'est seulement une fraction de la charge qui détone au contact de la plaque, alors que, dans le second cas, c'est la charge tout entière.

Tirés dans les mêmes conditions contre des plaques en acier cémenté, de l'épaisseur du calibre, les effets produits sont insignifiants.

Il résulte de ce qui précède que l'obus à grande capacité peut être considéré comme à peu près dépourvu de toute efficacité dans l'attaque des blindages. A l'appui de cette conclusion, on peut citer les tirs effectués en 1901 par la marine américaine pour l'expérimentation des obus Gathmann.

D'après Gathmann, simple mécanicien et assez étranger aux choses de l'artillerie, la détonation d'une quantité notable d'explosif au contact d'une

[1] Nous omettons à dessein les documents relatifs aux combats du Yalou et de Santiago, les Marines japonaise et américaine n'y ayant pas fait usage de projectiles chargés en explosifs.

cuirasse devait entraîner la destruction de celle-ci, fût-elle aussi épaisse que les cuirasses employées pour la protection des ceintures des cuirassés. Bien que le Service de l'Artillerie, consulté à ce sujet, eût émis un avis nettement défavorable, le Congrès, sous l'influence d'une campagne de presse habilement menée, décida d'allouer les crédits nécessaires pour l'exécution des expériences coûteuses destinées à vérifier les idées de Gathmann.

Ces expériences, effectuées en 1901, consistèrent en des tirs comparatifs, exécutés, d'une part, avec des projectiles Gathmann du poids total de 830 kilogs, contenant environ 230 kilogs de coton poudre humide, et, d'autre part, avec des obus réglementaires de rupture et de semi-rupture de 305, chargés en explosif.

Les projectiles Gathmann étaient tirés dans un canon spécial du calibre 557 m/m 2 (18 pouces). L'amorçage consistait en une rondelle de coton poudre sec, placée au contact du coton poudre humide et excitée par un détonateur contenant 3 gr. 25 de fulminate. Quant à la cible, elle consistait en une plaque d'acier Krupp ayant $4^{m},90$ de longueur, $2^{m},30$ de hauteur et $0^{m},292$ d'épaisseur. Elle était fixée sur un caisson en tôlerie représentant la muraille d'un cuirassé.

Les tableaux I et II donnent les résultats des tirs comparatifs exécutés avec les deux types de projectiles.

La Commission américaine tira de ces résultats les conclusions suivantes :

L'effet séparé de chaque coup et l'effet accumulé des trois coups du canon rayé réglementaire ont été, dans chaque cas, supérieurs à ceux du canon Gathmann. Aucun des coups de cette dernière bouche à feu n'aurait mis en péril un cuirassé moderne. Le système expérimenté ne constitue, par conséquent, pas un moyen d'attaque efficace des navires cuirassés.

TABLEAU I. — *Résultats du tir des obus Gathmann.*

NUMÉROS des coups	POIDS total du projectile	POIDS de la charge intérieure	NATURE de l'explosif	VITESSE du choc	EFFETS PRODUITS SUR LA CIBLE
1	332 kgs.	225 kgs.	Coton poudre humide.	503^{m}	La cible est atteinte au centre et le coton-poudre détone à l'instant du choc. La plaque est cintrée de 30 mm sur son grand axe et de 13 mm sur son petit axe. Léger écaillage au point d'impact. Les tôles d'appui du caisson cellulaire à l'arrière sont pliées de 102 mm. Le matelas, les cadres derrière la cuirasse et les montants en bois contre lesquels l'ensemble reposait sont indemnes, à part le cisaillement de quelques rivets.
2	634 kgs.	230 kgs.	Coton poudre humide.	503^{m}	La cible est atteinte au centre de sa partie droite. Mêmes effets généraux que ceux qu'on a observés lors du coup précédent. La plaque, le matelas, les cadres derrière la cuirasse et les supports en bois appuyant l'ensemble sont indemnes. Les tôles d'appui formant les côtés du cofferdam derrière l'encadrement sont pliées davantage, ce qui permet un refoulement du bord de droite de la plaque, de $0^{m}85$ vers l'arrière. Le bord de gauche revient à sa place primitive, la plaque est pratiquement indemne.
3	834 kgs.	233 kgs.	Coton poudre humide.	600^{m}	Le coup est dirigé au centre de la plaque. Il se produit une fente verticale intéressant toute l'épaisseur, à une distance de $2^{m}44$ de l'impact, passant par une rangée de trous de boulons et l'impact du coup précédent. Le matelas, les tôles de platelage et les supports en bois sont légèrement déplacés. Le bord gauche de la plaque est refoulé d'environ $0^{m}380$ sous la tôle de dessus, le côté inférieur gauche de la plaque est repoussé de $1^{m}21$. Toute la muraille, y compris les supports en bois contre lesquels la tranche reposait, est tournée vers la gauche d'environ 30°. La tôle de dessus du bordage de pont est détachée et rejetée vers l'arrière. La charpente métallique située derrière la cuirasse sur le côté gauche de la cible est affaissée.

Par contre, la Commission estimait qu'un coup quelconque, tiré avec un des obus réglementaires, aurait causé de sérieux dommages au point de vue de la flottabilité, de la machinerie, de l'armement et du personnel. Elle insista, en outre, sur le fait que, par suite de sa moindre vitesse initiale, les chances d'atteinte de l'obus Gathmann étaient inférieures à celles de l'obus réglementaire de rupture ou de semi-rupture.

Les expériences similaires entreprises sur divers polygones européens ayant confirmé ces résultats, nous admettrons dès à présent qu'au point de vue spécial de l'attaque des blindages l'obus à grande capacité est très nettement inférieur aux obus de rupture et de semi-rupture.

IV. — Attaque des infrastructures.

Au-dessous du can inférieur de la cuirasse de ceinture, les navires actuels n'ont, en général, d'autre protection que celle résultant du compartimentage de leur coque. Nous disons en général, car, sur certaines unités de combat telles que le *Césarewitch*, on a abrité tous les organes essentiels par un blindage léger en dos de tortue se raccordant avec les fonds du navire.

Quoi qu'il en soit de la valeur de ce dispositif, on peut affirmer que la muraille extérieure immergée n'offre aucune résistance sérieuse à un projectile explosif d'un calibre moyen, venant éclater à son contact. *A priori* et étant données les conséquences graves qui peuvent découler de la production d'ouvertures dans l'infrastructure, il apparaît donc comme extrêmement intéressant de pouvoir attaquer un navire dans cette région.

Les projectiles ogivaux employés par l'artillerie pénètrent bien dans l'eau, mais l'expérience journalière montre qu'à moins de tirer sous des angles dépassant de beaucoup les angles de projection utilisés par les canons modernes pour les distances extrêmes de combat, l'obus ogival se relève dans son parcours sous-marin et sort de l'eau. Il effectue ainsi une série de ricochets jusqu'à son immersion définitive. Appelons λ la distance qui sépare ce point du canon ayant lancé le projectile. En eau calme, λ sera une fonction bien déterminée de la forme du projectile et des conditions de tir ; mais, si la mer est agitée, on conçoit qu'il pourra arriver qu'un obus pénètre définitivement dans l'eau à une distance moindre que la distance λ que nous venons de définir :

On peut citer, à cet égard, deux exemples remarquables :

1° Le 10 août 1904, le *Césarewitch* est atteint sous la flottaison, à tribord, à l'aplomb de la tourelle de 15 centimètres avant et à environ $2^m,25$ sous la ligne d'eau au-dessous de la cuirasse de ceinture. Le coup a rasé le can inférieur de la cuirasse. Les tôles, laminées par le choc, ont été embouties et déformées de $3^m,50$ dans le sens de la longueur. Il n'y a pas de déchirure ; mais, les rivets ayant sauté, environ 150 tonnes d'eau pénètrent par les trous des rivets dans la tranche limitée par le pont cuirassé[1].

2° Au cours de tirs effectués en novembre 1907 par la flotte anglaise de la Manche sur le cuirassé déclassé *Hero*[2], ce navire coula sans que la cuirasse eût été traversée au-dessous de la flottaison. Il est, par suite, vraisemblable, au dire des témoins, qu'un des obus explosifs à forte charge employé dans les tirs est tombé à une certaine distance en deçà du navire et qu'il a continué son trajet sous l'eau sur une petite longueur pour atteindre le *Hero* au-dessous de la ceinture cuirassée en agissant comme une torpille[3]. A noter que le tir de l'escadre s'exécutait à une distance du *Hero* comprise entre 5.500 et 7.300 mètres.

Tableau II. — *Obus réglementaire de 305mm.*

NUMÉROS des coups	POIDS total du projectile	POIDS de la charge intérieure	NATURE de l'explosif	VITESSE au choc	EFFETS PRODUITS SUR LA CIBLE
1	456 kgs. Obus de rupture.	8 kgs 820	Réglementaire.	549m	L'impact est au centre. Le projectile perfore et éclate derrière et au contact de la cible. Le matelas, les tôles de platelage, les cadres et les tôles de cofferdam sont complètement démolis dans le prolongement du trou d'impact. Des fragments de la plaque et du projectile traversent la muraille et sont retrouvés à des distances de 45 à 60 mètres en arrière de la butte de sable placée en arrière de la muraille. La butte elle-même présente une souille de $4^m60 \times 2^m$. Les rivets de la tôle de dessus sont cisaillés, les tôles latérales du cofferdam sont pliées de 0^m90 et la plaque repoussée en bloc vers l'arrière d'environ 19^{mm}.
2	456 kgs. Obus de rupture.	10 kgs 400	Maximite.	550m	L'impact est au centre de la partie droite de la plaque. L'obus détone dans la plaque en disloquant la partie droite et démolissant les cadres derrière la cuirasse et les tôles du cofferdam.
3	475 kgs. Obus de semi-rupture.	27 kgs 180	Règlementaire.	633m	L'impact est au centre de la partie inférieure gauche de la plaque. La plaque est totalement brisée, le matelas, les cadres, poutres et tôles de cofferdam sont complètement brisés. La plaque offre une brèche de 1^m20 sur 2^m40 de longueur. Le quart inférieur gauche de la plaque est brisé en six gros fragments et beaucoup de petits, le plus grand ayant 1^m35 sur 1^m35. Ce dernier, avec le matelas et les tôles de platelage, est arraché de la muraille et tourné vers l'intérieur. Un gros fragment d'environ $0^m60 \times 0^m75 \times 0^m292$ et pesant environ 1100 kgs. est projeté à travers la cible et la butte, à 40^m en arrière de cette dernière. Il en est de même de nombreux fragments de la plaque et du projectile.

[1] *Marine Rundschau*, 1904, cité par le *Yacht*, numéro du 19 novembre 1904. (La bataille du 10 août. Les avaries du *Césarewitch*.)

[2] Lancé en 1888.

[3] *Revue d'Artillerie*, mai 1908. Renseignements divers.

Ainsi donc, il est parfois possible que, même avec des obus ogivaux ordinaires, on puisse atteindre l'infrastructure aux distances de combat signalées plus haut. Est-il possible de généraliser ce résultat et de le réaliser à des distances inférieures?

Sir Joseph Whitworth, dans ses expériences faites en août 1868[1], remarqua que le projectile à

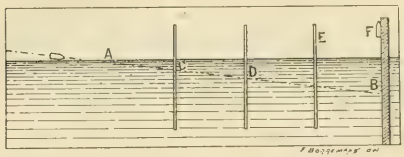


Fig. 14. — *Dispositif des expériences de tir sous l'eau de Sir J. Whitworth.*

tête plate est seul capable de fournir une solution du problème. Il s'exprime ainsi à cet égard :

« Si un projectile est destiné à percer les vaisseaux sous la ligne d'eau, il faut qu'il soit à tête plate. Aucune autre forme n'est admissible pour la pénétration sous l'eau. On comprendra mieux la question de pénétration des projectiles, si je donne à présent les détails d'une expérience exécutée au mois d'août 1868.

« La plaque de fer qu'on voit sur la figure 14 était immergée verticalement dans l'eau et le point qu'on voulait atteindre était de 254 millimètres au-dessous de la surface de l'eau.

« On employa un canon de 1 livre; il était pointé sous l'angle de 7°,7 au-dessous de l'horizon, et la longueur du trajet sous l'eau, c'est-à-dire la longueur AB, était de 2m,030. Les projectiles tirés étaient des projectiles variant principalement par la forme de la tête. On les voit sur la figure 15, où ils sont marqués par les nos 1-2-3.

« Les projectiles n° 1 étaient en acier Whitworth à tête plate. Ils ont suivi sous l'eau une ligne aussi voi-

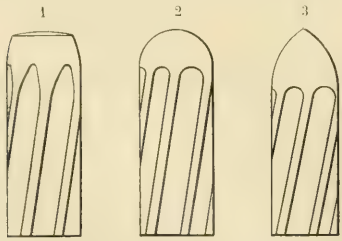


Fig. 15. — *Formes des projectiles employés dans les expériences de tir sous l'eau.*

sine que possible de la ligne droite et sont venus frapper le but aux points marqués 1 (fig. 16).

« Les projectiles n° 2 furent déviés vers le haut et vinrent frapper le but au point marqué 2, tout juste au-dessous de la ligne d'eau.

« Les projectiles n° 3 étaient en fonte blanche trempée d'après la méthode indiquée par le Major Palliser; ils ont frappé le but aux points marqués 3 à 228 millimètres au-dessus de la ligne d'eau.

« Le dessin indique exactement le chemin suivi par un des projectiles n° 3. Les écrans, placés à intervalles égaux de 508 millimètres, ont été perforés aux points C, D, E, et finalement le projectile a frappé le but au point F. La résistance de l'eau a rapidement dévié le projectile vers le haut, et il n'avait plus aucune force de pénétration, même à la profondeur modérée de 254 millimètres.

C'est une démonstration parfaite de l'influence de la forme de la tête sur la pénétration.

Ces expériences montrent qu'il est possible de faire pénétrer sous l'eau des projectiles faisant avec la surface un angle de 7°,7. Soit X la portée correspondant à un tel angle de chute; un projectile à grande capacité, organisé *ad hoc*, pourra, par suite, pénétrer sous l'eau et arriver au contact de la partie non protégée de la carène d'un navire, à la condition que la distance le séparant de ce dernier soit supérieure à X.

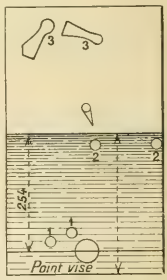


Fig. 16. — *Points où les projectiles ont atteint le but dans les expériences de tir sous l'eau.*

Si l'on admet, ce qui est sans doute sensiblement vrai, que l'accélération négative subie par le projectile dans son parcours sous-marin est à chaque instant proportionnelle au carré de sa vitesse, la perte de force vive qu'il subira de ce chef dans les premiers instants du parcours en question sera très grande. Les effets mécaniques qu'on peut escompter du fait de l'impact avec la coque seront, par suite, très faibles; mais il y a lieu de remarquer que, dans la région où la carène est supposée atteinte, elle est simplement constituée par une coque cellulaire en tôlerie relativement peu résistante. Le projectile pourra donc, malgré tout, pénétrer dans l'intérieur du navire, pourvu que sa vitesse soit encore de l'ordre de 50 mètres par seconde. Ces efforts de perforation pourront, d'ailleurs, être négligés si l'on sait utiliser l'énergie potentielle de la charge explosive, en provoquant sa détonation en temps voulu à l'aide d'une fusée appropriée. Supposons ce délicat problème résolu et examinons s'il est avantageux de doter les navires du moyen d'attaque dont nous venons d'exposer le principe théorique.

Remarquons immédiatement que, pour produire des avaries, sinon fatales du moins très graves, le projectile employé devra contenir un poids d'explosif de même ordre que ceux qui constituent actuellement la charge des torpilles, soit environ 40 kilogs d'explosif; on est, par suite, conduit à faire usage d'un obus à grande capacité pour un

[1] Sir J. Whitworth : On Guns and Steel. Londres, 1873 (traduction du colonel H. de Poyen Bellisle).

calibre voisin de 24 centimètres. Or, nous avons vu qu'un tel projectile ne peut être lancé que par une bouche à feu spéciale, tirant à faible pression et ayant une forte inclinaison de rayures. Nous sommes donc amené à conclure qu'on ne pourra faire usage du mode d'attaque par l'infrastructure qu'à la condition de doter le navire assaillant du matériel d'artillerie du type ci-dessus.

On pourrait, il est vrai, objecter à ce raisonnement qu'à la condition d'augmenter le calibre du projectile, on pourra toujours loger la charge explosive de 40 kilogs dans un obus de semi-rupture lancé par un canon à tir tendu. La chose est possible; toutefois, il importe de remarquer que l'angle de chute nécessaire pour obtenir la pénétration dans l'eau d'un projectile de ce type se trouve correspondre à des distances minima de combat de l'ordre de 8.000 mètres. On ne pourrait donc attaquer systématiquement l'infrastructure qu'à des distances où la précision du tir commence à être faible.

Il résulte de ce qui précède que l'installation à bord d'un matériel spécial adapté au tir des obus à grande capacité ne paraît pas devoir être prise en considération. Supposons, en effet, le combat engagé, et soit X la distance à partir de laquelle l'attaque par l'infrastructure devient possible. Pour des distances supérieures à X, on pourra avoir recours à ce mode d'attaque; mais, si la distance entre les navires devient inférieure à cette limite, on sera obligé d'y renoncer. Supposons alors l'un des navires armé exclusivement de canons à tir tendu lançant des projectiles de rupture ou de semi-rupture, l'autre n'étant armé que de canons à grande inclinaison de rayure, lançant des obus à grande capacité; il est clair qu'à l'intérieur de la zone de combat de rayon $< X$, ce dernier sera complètement à la merci de son adversaire. Impuissant à perforer les blindages de celui-ci, son propre cuirassement se trouvera, par contre, exposé à un tir perforant dans les conditions de distance qui en assurent l'efficacité maxima.

Une éventualité aussi désastreuse pourra, sans doute, être évitée par le navire muni de canons à tir courbe, s'il est doué d'une supériorité de vitesse assez grande pour qu'il puisse choisir sa distance de combat et la rendre supérieure à X. C'est à cette seule condition qu'il pourra éviter une destruction certaine.

L'intervalle entre les navires devenant supérieur à X, l'obus-torpille pourra remplir son rôle spécial et attaquer efficacement les parties non protégées de la carène. Un autre inconvénient se produira alors dans l'attaque des superstructures, car, en raison de la diminution des vitesses restantes, il pourra se faire que les projectiles, arrivant sous une incidence oblique assez grande, se rompent sans détoner, par suite de l'insuffisance de la vitesse au choc.

Ainsi, à faible distance, l'obus à grande capacité serait impuissant à remplir un rôle de torpille, et il est, de plus, sans efficacité dans l'attaque des blindages.

Aux grandes distances, il pourrait agir comme torpille; mais, outre qu'il est inefficace dans l'attaque des blindages, il sera souvent sans effet contre les superstructures par suite de sa fragilité. Aux distances intermédiaires, il est susceptible de remplir efficacement son rôle de torpille et de causer, en outre, de sérieux dégâts dans les superstructures.

En tenant compte de l'efficacité des coups courts tombant dans une certaine zone, on pourrait croire que ce fait, en augmentant les chances d'atteinte de l'obus-torpille, lui donne par là même une supériorité sur l'obus ordinaire. Dans la réalité, cette supériorité serait à peu près annulée, si l'on tient compte du manque d'efficacité des obus-torpilles touchant la cuirasse de ceinture et de la différence de grandeur des écarts probables des canons tirant les deux projectiles, différence provenant elle-même des vitesses initiales différentes des deux projectiles.

En résumé, un navire armé de canons à tir tendu, tirant l'obus ordinaire de rupture ou de semi-rupture chargé en explosif, peut combattre efficacement, à toutes les distances de combat, un cuirassé armé de canons à grande inclinaison de rayure lançant des obus-torpilles. La réciproque n'étant pas vraie aux petites distances de combat, nous condamnons nettement le dernier des deux modes d'armement précités.

Il ne s'ensuit d'ailleurs pas, pour cela, que l'obus-torpille soit à rejeter pour la défense des côtes. Tout au contraire, nous allons voir que, dans ce cas, son emploi apparaît comme étant des plus avantageux, surtout lorsqu'il est tiré par des batteries hautes.

Pour nous en rendre compte, considérons une batterie A (fig. 17), établie à l'altitude H au-dessus du niveau xy de la mer. Le navire ennemi étant en B, à la limite de la zone d'angle mort de la batterie, soient :

ε, l'angle de site ABX;

δ, l'angle d'arrivée du projectile du cuirassé dans la batterie (cet angle sera compté positivement au-dessous de l'horizontale AZ);

α, l'angle de tir des canons de la batterie pour la portée X;

ω, l'angle de chute des tables du canon cuirassé correspondant à la portée X.

L'examen de la figure fait ressortir la relation immédiate :

$$\delta = \varepsilon - \omega.$$

D'autre part, en admettant que la zone d'angle mort

corresponde à un pointage négatif extrême de $-5°$, on aura :

$$\varepsilon = 5° + \sigma,$$

d'où l'on tire :

$$\delta = 5° + (\alpha - \omega).$$

Or, pour que le tir du navire contre la batterie soit efficace, il faut évidemment que ses projectiles puissent arriver dans la batterie ou tout au moins exploser sur

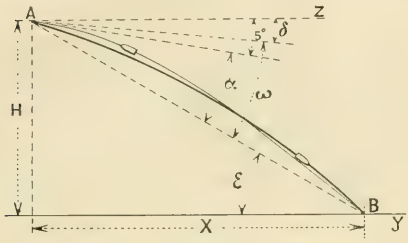


Fig. 17.

la plongée. La limite supérieure du ricochet sans explosion étant caractérisée par une valeur de δ voisine de 3°, la limite d'efficacité du tir du navire sera donc caractérisée par l'inégalité :

$$\omega - \alpha < 2°.$$

Supposons la batterie armée avec des canons de 24 centimètres tirant des obus à grande capacité, et le navire avec des canons de même calibre, mais de modèles récents et tirant des obus ordinaires. La limite de la zone d'angle mort de la batterie (c'est-à-dire la portée X) sera, en faisant H égal à 100 mètres, voisine de 1.000 mètres, tandis que la distance correspondant à $\delta = -3°$ sera d'à peu près 5.800 mètres.

La comparaison de ces chiffres montre immédiatement l'impuissance du navire à combattre efficacement la batterie, alors qu'au contraire celle-ci est en mesure d'atteindre son adversaire à toutes les distances de combat supérieures à 1.000 mètres.

Si l'on ajoute à ces considérations : 1° la supériorité que donne au tir de la batterie la stabilité de plate-forme, ainsi que la facilité de réglage que lui donne l'observation précise des points de chute de ses projectiles; 2° la gravité des avaries du cuirassé pouvant résulter de coups fichants atteignant son infrastructure ou les ouvertures du pont cuirassé, et la légèreté des dommages causés à la batterie par des coups atteignant les plongées, — on se rendra compte que l'installation de batteries hautes lançant des obus-torpilles constitue, en fait, l'interdiction pour un navire d'évoluer dans le champ de tir de la batterie.

Il n'y a d'ailleurs aucun avantage à constituer l'armement de la batterie haute par des canons à tir tendu, car, par suite de la réduction des angles de chute, on diminuerait les chances d'atteinte directe du pont blindé supérieur, en même temps que la gravité des effets de défoncement résultant de la détonation de l'obus au contact de ce pont. Enfin, on démontre que, pour les distances de combat comprises entre 1.000 et 5.000 mètres, les probabilités qu'a la batterie d'atteindre le navire sont, dans le cas du tir courbe (vitesses voisines de 450 mètres), supérieures à celles qu'on réaliserait dans le cas d'un tir tendu (vitesses supérieures à 800 mètres).

Dans le cas présent, la conclusion à laquelle nous arrivons est donc en opposition avec celle que nous avions formulée en étudiant les conditions du combat de navire contre navire.

V. — Effets produits par la détonation de la charge explosive.

Pour achever de nous éclairer définitivement sur la question de l'organisation et du tracé du projectile, il nous reste à examiner la nature des effets produits par la détonation de la charge explosive.

Les effets destructeurs produits par la détonation d'obus contenant une charge d'explosif puissant, tels que le coton-poudre ou l'acide picrique, sont dus soit à l'énergie cinétique des éclats, soit aux effets mécaniques engendrés par les gaz de l'explosion. Pour nous rendre compte des premiers, nous examinerons le mode de fragmentation des projectiles.

§ 1. — Effets produits par les éclats.

Les obus en fonte des tracés ordinaires (épaisseur totale voisine du 1/3 du calibre) sont pour ainsi dire pulvérisés et réduits en grenaille, à l'exception de l'ogive qui peut fournir des fragments un peu plus volumineux.

Les obus en acier à parois minces (obus à grande capacité) sont découpés en lamelles très minces telles que *ab*, (fig. 18), délimitées par des plans non méridiens. Ces lamelles, à arêtes vives et coupantes, sont elles-mêmes fragmentées suivant leur longueur.

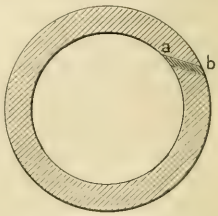


Fig. 18. — *Mode de fragmentation des obus en acier à parois minces.*

L'épaisseur des parois du projectile augmentant, l'importance des éclats croît, surtout dans les parties de l'obus, telles que l'ogive, qui ne sont pas en contact direct avec l'explosif. Cependant, on observe toujours la production d'un grand nombre de petits éclats. D'une manière générale, la vitesse des éclats est considérable et d'autant plus grande que la partie de l'obus d'où ils proviennent

est moins épaisse ou en contact plus immédiat avec l'explosif. C'est ainsi que des fragments d'ogive peuvent n'avoir que des vitesses de 6 à 700 mètres, alors que les éclats provenant du corps cylindrique donnent souvent lieu à l'enregistrement de vitesses de l'ordre de 1.200 à 1.500 mètres par seconde. La grandeur de ces vitesses montre que, dans leur choc sur les obstacles entraînant la détonation du projectile à explosif, il peut y avoir retour des éclats en arrière.

De nombreux faits de ce genre ont été enregistrés dans les tirs de polygone. Pendant la guerre russo-japonaise[1], un obus éclata sur l'*Almaz*, à l'arrière, dans une légère tôle de paroi du côté opposé à l'ennemi, après avoir traversé le pont sans rien toucher ; ses éclats, projetés en arrière, tuèrent ou blessèrent une quinzaine d'hommes.

Étant donnée la grandeur des vitesses observées, les effets de pénétration produits par les éclats peuvent être considérables, à la condition toutefois que les obstacles soient peu éloignés du lieu de l'explosion (quelques mètres pour les petits éclats), les éclats perdant très rapidement leur vitesse dans le trajet aérien, par suite de leur faible masse relative. A l'intérieur de la zone dangereuse, le matériel et le personnel seront criblés d'éclats, et la mort des combattants pourra survenir sans qu'on observe de blessures apparentes.

Relativement au matériel, il sera mis hors de service par l'impossibilité où l'on se trouvera de se servir des mécanismes (dégradation des engrenages, rupture des tuyaux, production de bavures sur les glissières). Enfin, étant donnés le grand nombre et la petitesse des éclats, ainsi que la facilité avec laquelle ils se réfléchissent sur des parois en tôlerie ou sur les blindages, ils peuvent être dangereux, même pour le personnel en service à l'intérieur des blockhaus ou des tourelles, en raison des ouvertures de ces locaux.

La guerre russo-japonaise a fourni de nombreux exemples d'atteintes de cette nature ; c'est ainsi que le commandant Séménoff, du *Kniaz Suwaroff*, signale les pertes faites dans les tourelles[2], « où cependant les éclats ne pouvaient pénétrer que par des sabords très étroits » ; de même, les éclats qui s'étaient introduits en grand nombre sous le champignon formant toit du blockhaus avaient détruit toutes les transmissions de feu et le compas lui-même. Un fait analogue a été observé sur le croiseur *Gromoboï*, lors du combat du 14 août 1904 où sombra le *Rurik*[3] :

Un obus d'assez gros calibre éclata contre une manche à vent située à tribord, un peu en arrière du blockhaus (fig. 19). Les éclats très divisés frappèrent la muraille verticale du blockhaus, qui est très épaisse ; quelques-uns entamèrent cette cuirasse de près de 1 centimètre. Ces éclats, remontant le long de la muraille verticale, rencontrèrent le capot cuirassé en forme de parapluie, qui débordait fortement ; ils ricochèrent sur cette paroi courbe, qui les renvoya dans l'intérieur du blockhaus, où ils arrosèrent littéralement presque tous ceux qui s'y trouvaient... L'officier canonnier reçut une quantité d'éclats dans la figure, dans le cou et dans le côté de la poitrine. Ceux qu'il reçut dans le cou, presque à l'état de poussière métallique, pénétrèrent profondément et l'empoisonnèrent peu à peu.

A la suite de cette dure épreuve, on installa à ce blockhaus un rebord cuirassé extérieur. En outre, toute la surface du plafond cuirassé, les plats-bords des fenêtres, le dessous du plat-bord cuirassé furent garnis à demeure de matelas de liège cousu dans de la grosse toile ; ce dispositif est, paraît-il, très efficace.

Sans insister davantage sur ce sujet, les exemples précédents montrent les effets meurtriers des très

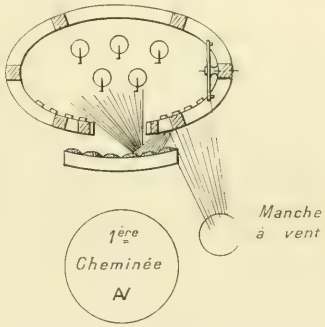


Fig. 19. — *Trajet des éclats d'un obus ayant éclaté contre une manche à vent.*

petits éclats et la nécessité impérieuse de réduire au minimum les dimensions des ouvertures des locaux cuirassés, si défilées qu'elles puissent paraître au premier abord.

§ 2. — Effets de souffle.

La détonation d'un explosif a pour résultat la production, au centre d'explosion, d'une pression considérable due à la génération d'une grande quantité de gaz. Il s'ensuit une brusque rupture d'équilibre dans l'atmosphère qui donne naissance à des ondes. L'expérience montre que le front de ces ondes présente une condensation très sensible, immédiatement suivie d'une dilatation. Leur vitesse de propagation, voisine de 800 mètres par seconde au voisinage immédiat du centre d'explosion, est encore égale à 635 mètres à une distance de 5 mètres plus loin, pour n'être plus que de 360 mètres par seconde à la distance de 50 mètres. Après un parcours de 250 mètres, la vitesse de l'onde engendrée par la détonation devient égale à celle du son.

Le tableau III donne les valeurs de la pression

[1] *Revue maritime*, octobre 1906.
[2] *L'Agonie d'un cuirassé*, p. 75.
[3] *Revue maritime*, octobre 1906.

sur le front de l'onde, déduites des mesures faites à Gâvres à l'aide de balances manométriques[1].

En supposant qu'aucun obstacle ne vienne perturber la propagation de l'onde explosive aérienne, la Commission des substances explosives a reconnu que le rayon limite des effets dangereux de l'onde pouvait être représenté par une formule parabolique de la forme :

$$d = k\sqrt{c},$$

où d représente la distance (en mètres), c le poids de la charge (en kilogs) et k un coefficient, spécifique de la nature de l'explosif et du degré de sécurité à réaliser. Cette formule étant admise, il en résulte que les distances dangereuses sont proportionnelles aux racines carrées du poids des charges. Or, si l'on observe que, pour des projectiles de même poids, mais de types différents, les charges explosives sont entre elles comme les nombres approximatifs :

$$1 \qquad \frac{1}{3} \qquad \frac{1}{9},$$

où on conclura que les rayons des cercles dangereux produits par l'explosion de ces mêmes projectiles seront entre eux comme les nombres :

$$1 \qquad \frac{1}{\sqrt{3}} \qquad \frac{1}{3}.$$

Ces déductions supposent l'atmosphère calme, la charge explosive au repos et renfermée dans une enveloppe sans résistance. S'il règne un vent appréciable, les ondes seront déformées d'une manière très sensible dans la direction du vent. Enfin, le fait d'enfermer la charge explosive dans un obus à parois résistantes donne lieu aux constatations suivantes : l'obus étant placé en AB au-dessus d'un sol sablonneux, la souille produite par sa détonation affectera une forme elliptique dont le grand axe sera dirigé suivant MN (fig. 20). C'est donc suivant cette direction que les effets de souffle atteindront leurs valeurs maxima.

D'un autre côté, et en se basant sur ce qu'on observe dans les explosions sous-marines, il y a lieu de penser que l'onde explosive produite par la détonation d'une charge de poids p renfermée dans un obus présente, sur son front, une condensation plus marquée que celle qu'on observe sur l'onde similaire produite par la détonation de la même charge à l'air libre. On ne possède sur ce point aucun renseignement précis, pas plus que sur le rayon maximum de la zone dangereuse pour le personnel, correspondant à la détonation d'une charge explosive déterminée. L'expérience de la guerre russo-japonaise a seule fourni sur ce sujet quelques indications, mais elles sont très approximatives; il ne pourrait, d'ailleurs, guère en être autrement, étant donnés la variété des effets produits et surtout leur peu d'objectivité. Si, à l'intérieur de la zone dangereuse, les effets de pression dus à la condensation du front de l'onde peuvent occasionner des lésions, en dehors de cette zone on ne peut guère enregistrer que des ruptures de tympan ou des effets nerveux dus à la violence de la commotion résultant de la détonation. Nous verrons plus loin ce qu'il faut penser de la répercussion de ces accidents sur l'activité des combattants.

En dehors des effets physiologiques dus à une

TABLEAU III. — *Pression sur le front de l'onde explosive aérienne.*

NATURE et poids des charges explosives	PRESSIONS PAR CENTIMÈTRE CARRÉ AUX DISTANCES DE						
	7 mètres	10 mètres	12 mètres	15 mètres	25 mètres	50 mètres	80 mètres
25 kgs de mélinite	»	< 0 kg 500	»	»	Comprise entre 0k,100 et 0k,150	»	»
100 kgs de mélinite	> 10 kgs.	Comprise entre 2 et 3 kgs.	Comprise entre 1 et 2 kgs.	< 0 kg 500	»	Comprise entre 0k,150 et 0k,200	Comprise entre 0k,100 et 0k150

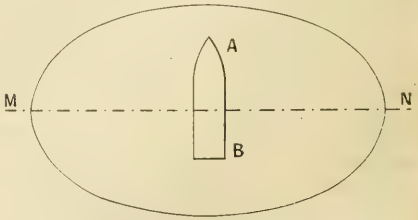


Fig. 20. — *Souille elliptique* (MN) *produite par la détonation d'un obus* AB.

[1] *Mémorial des Poudres et Salpêtres*, années 1905-1906. Commission des substances explosives. Etude des effets à distance des explosions. M. Lheure, rapporteur.

cause mécanique, il y a encore lieu de considérer ceux qui résultent de l'action délétère due à l'absorption pulmonaire des gaz produits par l'explosion. En admettant que l'explosif employé soit l'acide picrique, la réaction de la décomposition correspondant à la détonation complète est à peu près la suivante :

$$2C^6H^3O^7Az^3 = CO^2 + 3H^2O + 9CO + 2C + 3Az^2.$$

On voit que plus de la moitié du volume gazeux engendré consiste en oxyde de carbone[1].

Dans des locaux fermés et non énergiquement ventilés, l'accès, même en petite quantité, des gaz de l'explosion est donc de nature à entraîner l'asphyxie des occupants.

Néanmoins, et bien que le danger que nous venons de signaler soit des plus sérieux, il ne semble pas que ces effets d'empoisonnement, pas plus que ceux dus au souffle des explosions, aient souvent entraîné, au cours de la guerre d'Extrême-Orient, la cessation du service dans les tourelles ou dans la partie du navire protégée par le caisson blindé.

C'est ainsi que, d'après les renseignements recueillis à Tsing-tau le lendemain de la bataille du 10 août[2], beaucoup d'hommes (*du Cesarewitch*) se plaignaient de surdité, de vertiges, d'évanouissements, de maux de tête, sans avoir cependant reçu de blessures directes. Les cheveux, la barbe, parfois même la peau de ceux qui s'étaient trouvés dans le voisinage immédiat d'une explosion étaient d'un jaune intense.

4 officiers et 8 hommes avaient été tués, 50 officiers et hommes blessés, mais ces mises hors de combat résultaient de blessures dues à des éclats.

Le relevé des avaries dues au tir a donné lieu, d'autre part, à des constatations dont nous extrayons le passage suivant :

« *Coup n° 3.* Un obus de 305 frappe à tribord la cuirasse de la tourelle 305 avant ; pas d'avaries.

« *Coup n° 11.* Un obus explosif de 305 touche le toit de la tourelle de retraite de 305 aux environs du casque de visée. Le toit est légèrement bossué ; quelques rivets, des cornières de la charpente du casque ont sauté et ont tué un homme à l'intérieur de la tourelle ; le pointeur qui se trouvait dans le casque perdit quelque temps connaissance.

« *Coup n° 13.* Un obus explosif de 305 frappe à babord la tourelle de 305 de retraite. Le coup éclata probablement à l'extérieur. Aucun dommage[3]. »

A Tsushima, mêmes constatations :

« Un homme étant venu me rendre compte de graves événements survenus à la tourelle de 305 de retraite, je m'y rendis. La partie du toit couvrant la pièce de babord avait été arrachée et projetée en l'air ; mais cela n'empêchait pas la tourelle de continuer à tourner et surtout de tirer énergiquement[4] ».

De ces citations et du fait que les bords ont pu se servir de leur artillerie intacte jusqu'à la fin du combat, on peut conclure que les effets de souffle et d'asphyxie n'ont pas eu les suites que certains leur attribuent, et cependant le personnel placé dans les tourelles avait subi la dure épreuve de détonations d'obus de 305 chargés en acide picrique se produisant au contact de la tourelle.

En rapprochant les textes cités dans le cours de ce travail, on a l'impression très nette que ce sont les blessures dues aux éclats d'obus à explosif qui ont joué un rôle décisif dans la mise hors de combat du personnel occupant les locaux précités.

Nous n'avons pas parlé des effets dus à l'incendie, car, sur un navire moderne, ils ne peuvent se produire que par suite de la négligence des bords dans l'entretien des peintures.

En temps de paix, les peintures des superstructures doivent avoir le minimum d'épaisseur ; en temps de guerre, elles sont à proscrire au moins sur les parois des locaux habités. C'est l'incendie des peintures qui, à Tsushima, a forcé le personnel à évacuer des tourelles encore en état de tirer, de même qu'il a aggravé la catastrophe de l'*Iéna*[1].

Les effets de souffle et d'asphyxie n'ont donc d'importance que s'ils se produisent à l'intérieur du navire. Mais, pour qu'il en soit ainsi, il faut que le projectile explosif y pénètre, et cette condition d'efficacité restreint singulièrement le rôle de l'obus à grande capacité, puisqu'il devrait dès lors se borner à l'attaque des superstructures et des cheminées, étant donnée son impuissance contre les blindages. Les effets du souffle n'étant, d'ailleurs, pas proportionnels au poids de la charge, mais à sa racine carrée, cette considération, jointe à sa grande fragilité, restreint encore l'avantage qu'on pourrait avoir à mettre en service un projectile de l'espèce.

[1] La détonation du coton-poudre produit également une forte proportion d'oxyde de carbone.

[2] *Marine Rundschau*, 1904, cité par le *Yacht*, n° du 19 novembre 1904.

[3] *Ibid.*

[4] Séménoff : *L'Agonie d'un cuirassé*, page 74.

[1] Un point qui n'a pas jusqu'à présent été mis en lumière est le suivant :

Les divers bâtiments de la flotte russe se trouvaient en surcharge, peu de temps avant Tsushima, par suite du charbon en excédent qu'ils avaient à bord. D'après les dires de Séménoff, le matin même de la bataille, le *Knîaz Suwaroff* n'avait plus que l'approvisionnement normal des soutes ; mais il résulte également de son récit que les sacs à charbon ayant servi à contenir le combustible en surcharge se trouvaient encore à bord et vraisemblablement dans la batterie ; cela étant, il est extrêmement probable qu'une notable quantité de poussière de charbon se trouvait dans ce même local. Les effets des obus japonais ont donc pu se trouver notablement accrus, par l'allumage très facile de cette poussière, provoqué par leur détonation. Les expériences effectuées récemment à la galerie d'essais de Liévin sont, à cet égard, particulièrement suggestives. Dans le même ordre d'idées, il y a lieu de remarquer que la combustion complète d'un poids donné de poussière de charbon donne lieu à un dégagement de chaleur beaucoup plus grand que la détonation complète d'un même poids d'acide picrique enfermé dans un obus, surtout si l'on tient compte de la fraction de l'énergie potentielle de la charge transformée en énergie cinétique (force vive des éclats d'obus et travail de détente des gaz de l'explosion, chaleur emportée par les éclats).

VI. — Conclusions.

Nous pouvons maintenant résumer ainsi qu'il suit la discussion précédente :

1° L'obus à grande capacité exige, pour être tiré, un matériel spécial, impropre à lancer en tir tendu l'obus de rupture ou de semi-rupture chargé en explosif;

2° Il est inefficace dans l'attaque des blindages;

3° En admettant qu'on pût réaliser un obus torpille organisé d'après les idées de Whitworth, il ne pourrait être employé comme tel qu'à partir d'une certaine distance, en dedans de laquelle les autres projectiles ont leur efficacité maxima;

4° Par suite du peu d'épaisseur de ses parois, l'obus à grande capacité se rompt dans le choc sous une incidence oblique, à partir d'une distance de tir comprise dans les limites ordinaires de combat;

5° On ne saurait compter d'une manière certaine sur les effets de souffle et d'asphyxie pour mettre hors de combat le personnel des tourelles. Le rayon de la zone dangereuse résultant de la détonation est faible. Ce rayon et, par conséquent, les effets dus au souffle ne sont proportionnels qu'à la racine carrée du poids de la charge;

6° Pour un même poids total, l'obus de semi-rupture chargé en explosif produit des effets de souffle qui ne sont pas très inférieurs à ceux qu'on obtient avec l'obus à grande capacité. Son action sur les superstructures sera donc assez voisine de celle de ce dernier projectile;

7° Le tir exécuté avec l'obus de semi-rupture est plus précis que celui qu'on effectue avec l'obus à grande charge d'explosif, en raison de la différence considérable de leurs vitesses initiales et, par suite, de leurs écarts probables. Le pouvoir perforant de l'obus de semi-rupture est tel que, pour les calibres de 305, il peut attaquer avec succès, sous l'incidence de 15° et à des distances de combat au moins égales à 6.000 mètres, des blindages de 15 centimètres. Aux petites distances et dans les mêmes conditions d'incidence, il peut perforer des plaques d'une épaisseur voisine de son calibre.

L'obus de rupture n'ayant qu'une action très peu efficace contre les superstructures en raison de sa faible charge intérieure, il ne nous semble pas désirable de le maintenir dans les approvisionnements. Nous estimons, en effet, qu'on doit n'avoir qu'un seul projectile, car, étant donné le peu de précision du tir de l'artillerie navale aux distances ordinaires de combat, il est vain de vouloir attaquer une partie déterminée du navire ennemi. C'est ce navire tout entier qui constitue le but, et, comme le cuirassement a, sur les bateaux récents, une tendance marquée à l'uniformité, au point de vue de l'épaisseur, on ne voit pas très bien la nécessité de l'attaquer avec deux projectiles différents. D'ailleurs, et en raison de la grande rapidité avec laquelle un but courant à contrebord défile dans le champ de tir, on ne pourra souvent pas, par suite de l'approvisionnement des montecharges, tirer le projectile que l'on désirait lancer.

L'unité d'approvisionnement étant supposée réalisée, le projectile embarqué dans les soutes doit être l'obus de semi-rupture, à l'exclusion de l'obus de rupture et de l'obus à grande capacité dont nous venons de signaler les inconvénients nombreux. Cette solution n'est donc, en somme, qu'un compromis, mais il en est de même dans toutes les questions maritimes, à commencer par le problème de l'organisation du navire de combat.

XXX.

REVUE ANNUELLE D'EMBRYOLOGIE

I. — Embryologie générale[1]. — Idées nouvelles sur les problèmes du développement et de l'hérédité.

Les problèmes du développement sont envisagés depuis ces dernières années de telles façons qu'elles remettent de plus en plus en discussion nombre d'idées générales qui pouvaient sembler définitivement acquises à la science. La grande loi

[1] *Bibliographie* :

Charles Otis Whitman : The problem of organic development. Facts and theories. *Seventh Internat. Zool. Congress*, Boston, 1907. (Manuscrit gracieusement communiqué par l'auteur et dont nous donnons ici une traduction presque entière).

R. Semon : Die Mneme als erhaltenden Prinzip in Wechsel des organischen Geschehens. Leipzig, 1904.

Francis Darwin : Inaugural Address at the Dublin meeting of the British Association. *Nature*, t. LXXIX, n° 2027, 3 septembre 1908.

Rignano : Cité par F. Darwin.

Weismann : Richard Semon's « Mneme » und die Vererbung erworbener Eigenschaften. *Arch. f. Rassen and Gesellschafts Biologie*, 1906.

R. Semon : *Id.*, 1907.

Lossy : Vorlesungen über Descendenztheorien, 1906.

Hakluyt Egerton : *Nature*, 8 october 1908.

L. Vialleton : Un problème de l'évolution. La théorie de la récapitulation des formes ancestrales au cours du développement embryonnaire. 1 vol. 8°, Montpellier, 1908, 244 pages, 3 fig. dans le texte et 4 pl. hors texte.

biogénétique, l'*Ontogénèse est la brève et rapide récapitulation de la Phylogénèse*, est de celles-là. On sait que c'est à Hæckel que nous devons le nom et la formule courante de cette loi; mais nous ne devons pas oublier, nous autres Français surtout, que, pendant plus d'un demi-siècle avant l'apparition de la *Generelle Morphologie* de Hæckel, en 1866, les grands biologistes : Lamarck, Geoffroy-Saint-Hilaire, Serres, Meckel, von Baer, J. Müller, Agassiz, Vogt, Fritz Müller et Darwin lui-même, avaient cherché à établir cette formule.

La loi biogénétique considère les deux termes ontogénie et phylogénie comme représentant deux séries distinctes de phénomènes; la phylogénie est, pour elle, le phénomène principal, primordial; l'ontogénie en est simplement sa répétition héréditaire, condensée et modifiée par l'adaptation. La phylogénie, produit de causes ambiantes, est donc la cause fondamentale de l'ontogénie, qui apparaît comme le rendement héréditaire de ce produit, dans l'ordre de son acquisition cumulative.

Nous avons ainsi dans la Nature, suivant cette conception, deux séries de dénouements tout à fait distincts, avec des relations causales également distinctes. Dans l'un des cas, les causes internes prédominent et sont limitées à des fins spécifiques; leur travail se poursuit avec une régularité d'horloge, se terminant ponctuellement et en peu de temps par la production de l'individu. Dans l'autre cas, les causes externes prédominent; elles sont différentes et sans direction; leur travail est sans but, finissant en ceci ou en cela, sans qu'on puisse en prévoir le résultat. Le hasard et l'utilité seuls sont les maîtres en ce champ.

C'est ainsi que Whitman commence le vif plaidoyer qu'il a prononcé contre cette loi au septième Congrès international de Zoologie tenu à Boston en septembre 1907. Déjà l'année précédente, à la fin de son grand *Traité d'Embryologie comparée et expérimentale des Vertébrés*, Oscar Hertwig, revenant sur des critiques antérieures qu'il avait faites de cette loi, semblait avoir renversé complètement la théorie de la récapitulation prise dans son sens strict[1]. Le processus ontogénétique, dit-il, ne peut pas être regardé comme une simple répétition, même abrégée, du processus phylogénétique, car ce dernier consiste en d'innombrables ontogénèses.

Il y a seulement parallélisme complet entre ces deux séries de développements, qui sont tous deux dépendants l'un de l'autre. En effet, chaque changement dans l'idioplasma de l'œuf ou dans ses ébauches a nécessairement pour suite une modification correspondante du cours de l'ontogénèse; et, inversement, un changement dans l'ontogénèse, qui ne dépend pas de l'œuf et dérive de causes externes, ne deviendra une acquisition durable de l'espèce et, par suite, ne se répétera qu'autant que l'idioplasma de l'œuf aura été changé d'une manière correspondante pour la prochaine génération.

Oscar Hertwig appelle *loi causale ontogénétique et parallélisme entre l'ébauche et le produit de cette ébauche* cette dépendance qui existe entre l'état de l'œuf, d'une part, le cours et le résultat de l'ontogénèse, d'autre part.

Il substitue à la formule de Hæckel : récapitulation des formes ancestrales éteintes, cette autre formule : *L'ontogénie est la récapitulation des formes qui obéissent aux lois du développement organique et vont du simple au complexe.*

Dans son discours de Boston, Whitman vient également remplacer l'énoncé classique de la loi biogénétique par une autre formule. Il montre d'abord que la conception du développement des êtres, telle qu'on l'admet depuis Hæckel, est une conception fausse, en ce sens que les deux termes ontogénie et phylogénie ne doivent pas représenter, dans la Nature, deux séries distinctes de phénomènes. Quand nous prenons, dit-il, deux aspects d'une seule et même chose, et quand nous nous arrêtons à leurs contrastes, le point de départ où se trouve la vérité peut être perdu de vue tôt ou tard; des contradictions s'élèvent, suggérant un nouvel examen du sujet; nous retournons au point de départ, où les contrastes disparaissent dans l'unité essentielle. Les contrastes nous entraînent loin du point de départ et nous décident ensuite à y revenir; par conséquent, la cause de l'erreur est en même temps la cause de la correction.

Dans le cas de l'ontogénie et de la phylogénie, nous poussons l'erreur jusqu'au point de nous contredire nous-même en mettant la phylogénie avant l'ontogénie. Au moment où nous retournons aux faits du point de départ, nous découvrons que, en dehors de l'ontogénie, il n'y a pas de phylogénie. Tout ce que nous appelons phylogénie est aujourd'hui, et a toujours été, l'ontogénie elle-même. L'ontogénie est en même temps le fait primaire et secondaire, c'est-à-dire le fait universel. C'est de l'ontogénie que nous partons et c'est à l'ontogénie que nous revenons. La phylogénie est seulement un nom donné aux suites directes de l'ontogénie envisagée au point de vue historique. Elle nous donne les lignes de continuité dans la descendance et nous permet de lire clairement l'ordre de succession dans l'origine des espèces, des caractères, des structures, etc. Quand nous pouvons arranger les faits ontogénétiques dans l'ordre de dépendance génétique, nous sommes

[1] Nous exposons ici les idées d'Osc. Hertwig d'après le résumé qu'en a donné M. Vialleton dans un ouvrage récent.

dans une position très avantageuse pour la recherche des relations causales. Mais ces relations n'ont pas de base physique en dehors de l'ontogénie, et n'ont d'autre existence extérieure que des constructions mentales.

A ce point de vue, la loi biogénétique représente un fait indiscutable, fondamental et universel, — le fait capital de tout développement organique. Mais, mise en conformité avec les faits connus maintenant, elle doit être, d'après Whitman, revisée comme suit :

L'ontogénie est une récapitulation reproductive, et la variation germinale est la source de toute déviation phylétique dans l'ontogénie.

Cette formule a l'avantage, en effet, d'écarter certaines causes de discussion, telle que celle de la transmission ou non-transmission des caractères acquis, dans le sens lamarckien, c'est à-dire dans le sens que l'ontogénie viendrait retracer secondairement la voie déterminée par les modifications somatiques. Et cela nous paraît des plus importants pour l'éducation des jeunes biologistes. Attribuer à l'hérédité le pouvoir de récapituler, de reproduire comme une sorte de réverbération des expériences ancestrales, grâce à l'aide d'entéléchies omnipotentes ou de pangènes-déités, c'est ouvrir grandement la porte à l'erreur, Whitman dit même à la mystification ; en tous cas, c'est perdre de vue l'unité de l'ontogénie et de la phylogénie, et le retour des mêmes phénomènes a l'air ainsi d'un mythe prodigieux, exécuté par les hommes pour rapprocher deux sortes de miracles distincts.

D'un autre côté, quand nous nous rappelons que l'ontogénie, c'est-à-dire le développement d'un être, circonscrit un champ entier, que la récapitulation est la loi qui régit tout ce champ et se rapporte partout et toujours aux processus primordiaux physico-chimiquement déterminés, l'ontogénie devient alors le fait le plus frappant, sans l'ombre d'un mythe à côté d'elle.

Quand le cristal récapitule la forme et la symétrie d'autres cristaux formés de la même matière sous des conditions semblables, nous sommes contents de considérer ce fait en nous plaçant au point de vue physique, et nous n'appelons à notre aide ni écho ancestral, ni entéléchies, ni pangènes circulant mystérieusement. La récapitulation dans le monde organique est, en principe, la même. Elle ne demande ni architecte, ni influences d'aucune sorte, excepté les éléments physico-chimiques combinés dans un système de relations métaboliques auquel nous donnons le nom de cellule germinative. Cette cellule se développe suivant son espèce et son type; une autre cellule germinative, provenant des mêmes parents, fait de même; des centaines et des milliers de ces cellules répètent les mêmes processus en même temps ou à des temps différents. Elles n'imitent pas, elles ne prennent pas leur art l'une de l'autre; elles font exactement ce qu'elles sont physiquement obligées de faire, chacune pour elle-même et toutes de même, simplement parce que chacune représente le même système d'unités d'énergie. Toute reproduction est une récapitulation dans le même sens. Les récapitulations sont semblables parce que les cellules germinatives dans lesquelles elles se rencontrent sont semblables, et les cellules germinatives sont semblables parce qu'elles proviennent d'une égale anto-division des cellules-mères. La ressemblance n'est pas un phénomène de transmission; toutes les fois qu'elle apparaît dans le développement, elle est entièrement et seulement originale.

Mais, si cela est vrai, et cela nous séduit beaucoup, faut-il rejeter entièrement les théories basées sur la transmission des pangènes ou des unités de caractères circulant qui sont toujours de mode auprès des savants et dont nous parlerons plus loin? Chaque être vivant, disait Darwin, doit être regardé comme un petit univers, comme un microcosme formé d'organites inconcevablement petits et aussi nombreux que les étoiles[1]. De chaque point du corps partent quelques-uns de ces organites, les pangènes, qui vont se loger dans les cellules sexuelles; puis, après la fécondation et au cours du développement d'un nouvel individu, ces mêmes pangènes émigrent à nouveau et en sens contraire; ils abandonnent cette fois leur lieu de rassemblement et, par une redistribution dans le sens centrifuge, ils viennent se replacer chez l'enfant dans les mêmes points d'où ils étaient partis chez les organismes parents.

De Vries, dans sa Pangénèse intracellulaire, simplifie la théorie de Darwin en ne prenant plus que la seconde moitié de l'hypothèse. Il imagine, en effet, que les pangènes aux unités héréditaires (*heritage units*), accumulées dans le noyau germinal, sont relativement peu nombreuses et qu'elles produisent des résultats complexes, non pas parce que ces déterminants seraient porteurs chacun d'une minime fraction du résultat total, mais seulement par combinaison et de la même façon, dit Lotzy, que les lettres de l'alphabet se combinent entre elles pour former une infinité de mots.

Whitman critique cette conception nouvelle et rejette absolument toute théorie du développement basée sur la présence de déterminants spécifiques ou d'unités de caractères, accumulés dans le noyau des cellules. Ces théories, dit-il, sont nécessairement enchaînées à quelque forme de distribution centrifuge, durant le cours du développement.

[1] *Animals and Plants*, t. II, p. 483.

Toutes doivent tomber d'elles-mêmes, car il est absolument inconcevable que des éléments spécifiques préformés puissent jamais être transportés, chacun en son temps, dans un point particulier du champ de mosaïque si complexe que l'organisme représente. C'est, pour Whitman, plus que perdre son temps que d'essayer de concevoir le développement comme étant ainsi prédéterminé dans tous ses rapports de temps et de lieu ; c'est, dit-il, se livrer à une théologie ultra-scientifique qui frise l'absurdité.

En tous cas, il est bon de rappeler avec Whitman que, dans le développement d'un individu, chaque stade de développement présente des formes qui, en elles-mêmes, sont aussi spécifiques que les formes du stade final. Les processus embryologiques ne sont que des changements de forme continus et progressifs, et c'est en cela que diffère précisément le développement d'un organisme et le mode de formation d'un cristal. Pourtant, dans l'un comme dans l'autre cas, la forme résulte certainement de déterminations physiques.

Le cristal a sa forme spécifique, et quelquefois plusieurs formes spécifiques. Dans chaque cas, il doit sa forme à la nature de ses éléments matériels et aux conditions sous lesquelles il se constitue.

Nous ne penserions pas à attribuer ses formes et sa symétrie à la transmission héréditaire ; nous ne penserions pas non plus à faire intervenir quelque influence directrice ou formatrice, distincte des éléments matériels qui le composent.

Considérés fondamentalement, l'organisme et le cristal sont également auto-déterminants à chaque stade ; il en est de même pour les effets de leurs propriétés physiques intrinsèques.

On dit que le cristal croît par *accrétion* et l'organisme par *intussusception* ; mais ceci n'est qu'une différence superficielle qui ne doit pas atteindre l'idée générale. Au point de vue physique, le fait essentiel n'est pas de savoir *où* s'attachent les particules élémentaires, ni si elles se lient *interstitiellement* ou *superficiellement* ; mais c'est de savoir si elles s'assemblent d'une manière déterminée, réglée par elles-mêmes. C'est ce que soutient la théorie déjà ancienne de l'orthogénèse, défendue à nouveau par Nægeli et par Whitman.

Cette théorie admet toujours que la variation germinale est le point de départ de toute nouvelle ontogénèse ; quand la cellule germinative se forme avec une légère déviation initiale, la série entière des stades de son développement est affectée. C'est cette seule variation initiale, de nature très simple, qui peut être récapitulée héréditairement et, par conséquent, perpétuée.

Whitman, étudiant le développement du plumage, de la naissance à l'état adulte, chez la colombe, montre que les caractères de chaque plume nouvelle portent comme l'enregistrement (*record* fidèle de tout ce qui a été accompli à la place de l'organisme où elle est née. Se développant dans la suite des temps, les plumes nous montrent quelque chose de plus, dit-il, qu'une succession kaléidoscopique de stades désunis. Quoique les aspects de plumage présentés successivement ne montrent pas une continuité parfaite, ils suivent toutefois un ordre déterminé, comme les figures mobiles dans le kaléidoscope, et cela ne permet guère de douter que le processus de développement suive une marche continue. Les phases de transition, qui peuvent être réduites indéfiniment, forment ainsi une vraie série linéaire, *ortho* en direction et *génétique* en composition, puisqu'il y a un lien génératif commun qui fait de chaque étape un anneau nécessaire dans la chaîne totale.

Ce lien génétique qui relie les différentes parties d'un corps entre elles et le soma au germe serait, pour Nægeli, représenté matériellement par un réseau de matière vivante, d'*idioplasma*, qui s'étendrait entre toutes les cellules des organismes ; cette substance jouirait de propriétés télégraphiques analogues à celles des nerfs et pourrait transmettre ainsi une combinaison quelconque de ses modifications locales à d'autres parties de l'organisme. Nægeli emploie le mot télégraphie pour désigner une forme dynamique de transmission, mais il ne veut pas dire que les mêmes effets ne puissent pas être produits par l'action de substances chimiques ; il va même jusqu'à suggérer l'idée que ces stimuli pourraient être transmis, chez les plantes, par le moyen des vaisseaux criblés.

La théorie mnémique d'Hering et de Semon, qui vient d'être fortement soutenue par Francis Darwin, à Dublin, admet également que le germe est le centre et le point de départ du développement ; mais, pas plus que l'orthogénèse, elle ne fait intervenir de déterminants hypothétiques pour expliquer les potentialités cachées dans la cellule germinative. Pour employer la phraséologie de Semon, le noyau des cellules germinatives renferme les *engrammes* dans lesquels repose le rythme ontogénétique. Les engrammes, ce sont les changements produits dans la structure ou la composition du noyau par des excitations internes ou externes, changements dont la nature exacte n'est pas connue, mais qui seraient de même nature que les changements produits dans les organismes par les habitudes et la mémoire : l'Hérédité, l'Habitude et la Mémoire formeraient un seul et même processus, que Semon désigne sous le nom de *mnème*. On sait que la mémoire d'une première excitation fait exécuter à un individu une série d'actes suivis qui se déterminent les uns les autres, sans que la première excitation apparaisse : ainsi un chien qui se

sauve et crie en voyant apparaître un fouet dont il a reçu des coups autrefois; de même une seule excitation engraphique, c'est-à-dire fixée dans le noyau par engrammes, peut produire, par une sorte d'évocation (*ecphorie*), le déclanchement d'actes successifs sans que cette excitation soit renouvelée elle-même à chaque fois.

Cette théorie admet et explique en même temps l'hérédité des caractères acquis. Elle suppose que les engrammes reçus par les noyaux des cellules nerveuses ou, chez les végétaux, par l'ectoplasma cellulaire diffuseraient peu à peu de tous les points du corps et se condenseraient progressivement dans les cellules germinales.

C'est là évidemment, comme pour l'orthogénèse, la partie faible de la théorie, car il est difficile de concevoir comment peut se faire cette circulation continue d'engrammes. Pourtant, et Hering le faisait déjà remarquer, c'est un fait d'observation que toutes les parties du corps d'un individu sont si intimement liées les unes aux autres que ce qui se passe dans l'une peut retentir dans une autre partie souvent très éloignée et sans connexion directe apparente; le substratum matériel de cette circulation d'engrammes pourrait être : pour les animaux, les cordons nerveux ; pour les plantes, les filaments protoplasmiques intercellulaires. Voici comment Francis Darwin expose ce dernier point. Dans les cellules végétales, l'ectoplasma peut être considéré comme formant l'organe sensoriel; une excitation reçue par celles-ci se traduira d'abord par une modification quelconque dans l'ectoplasma et, comme ce sont précisément les filaments ectoplasmiques qui relient les cellules, l'excitation primitive rayonnera et produira dans les autres cellules une faible copie de l'engramme formé dans la cellule primitivement influencée.

Semon envisage hardiment, du reste, la difficulté. Quand un nouveau caractère apparaît dans le corps d'un organisme en réponse à une excitation du milieu, il admet qu'un nouvel engramme est ajouté aux noyaux dans la partie affectée et que, ultérieurement, le changement engraphique tend à s'étendre à tous les noyaux et à produire en eux la même modification. De sorte que, par exemple, si nous croyons qu'une habitude individuelle peut être héritée et apparaître alors comme un instinct, la répétition de l'habitude n'indiquera pas simplement des modifications dans le système nerveux central, mais correspondra aussi à des modifications dans les cellules germinatives. Ces modifications seront, suivant Semon, excessivement faibles en comparaison des engrammes nerveux et pourront seulement devenir effectives par une action prolongée. Semon attache une grande importance à la lenteur du processus d'établissement des engrammes efficients dans les cellules germinatives.

Il y a deux ans, Weissmann, combattant à nouveau cette théorie, affirma qu'il est impossible de concevoir que des engrammes germinatifs puissent se former ainsi par migration sur des troncs nerveux. Il objecte que les courants nerveux peuvent seulement différer d'intensité entre eux et que, par conséquent, il ne peut y avoir de communication de potentialités à la cellule germinative. Il soutient qu'il est impossible que des modifications somatiques soient transmises à la cellule germinative et reproduites ontogénétiquement, processus qu'il compare à un télégramme expédié en Allemagne et arrivant en Chine.

Weissmann se base ici sur l'opinion commune des physiologistes, à savoir que toutes les impulsions nerveuses sont identiques en qualité et ne diffèrent que par la quantité.

Les défenseurs de la théorie répondent à cette objection en disant que la question physiologique ne peut être encore considérée comme tranchée définitivement dans le sens où on la tranche provisoirement aujourd'hui et que, du reste, ce qui rayonne dans le soma par les nerfs ou par tout autre moyen est l'excitation primitive reçue et établie dans les cellules somatiques.

Une autre difficulté de la théorie est de comprendre comment tous les engrammes qui ont agi sur les cellules d'un organisme peuvent être contenus dans une seule cellule germinative. La théorie centro-épigénésique de Rignano, qui se rapproche tant de la théorie précédente, répond à cette objection en comparant le noyau germinatif à un accumulateur électrique qui, en se déchargeant, dégagerait la même sorte d'énergie que celle qu'il aurait reçue.

Il ne faut attribuer évidemment à ces théories que l'importance qu'on peut accorder à toute discussion qui roule sur quelque chose que l'on ne connaît pas. Il est remarquable pourtant, et c'est Hakluyt Egerton qui en fait la remarque, que la théorie mnémique puisse expliquer à la fois la transmission des caractères acquis et la non-transmission des simples mutilations.

S'il y a vraiment une connexion entre les cellules somatiques et les cellules germinales, cette connexion doit être constante, et ces dernières cellules sont comme une espèce de centre où tous les événements de la vie du corps d'un individu sont enregistrés. Beaucoup de ces enregistrements seront fugaces, comme, de même, la mémoire oublie nombre d'événements qui viennent affecter la conscience; mais, de la même façon, les changements somatiques importants devront produire, par accumulation, des impressions, des enregis-

trements durables, et ce sera là le champ biologique par le moyen duquel agira la transmission des caractères acquis à de nouvelles générations.

Considérons maintenant ce qui se produit dans le cas de simple mutilation. La queue d'un agneau, par exemple, est coupée; quel est le résultat de la mémoire germinative? Simplement le souvenir d'une coupure momentanée. Et, comme il y avait déjà, dans le germe, le souvenir d'une queue complète, par l'accumulation au cours de la vie de l'agneau de milliers d'impressions caudales, ce dernier souvenir — comparé ici à ce que nous savons des nerfs et des muscles d'un moignon, qui conservent longtemps le souvenir de presque toutes les fonctions de la partie du membre amputé, — sera naturellement prépondérant sur le précédent et la mutilation ne sera pas transmise par hérédité.

Tout récemment, L. Vialleton est revenu sur la grande loi biogénétique dans un très important travail, où l'on trouve un exposé complet de la question avec des citations détaillées de F. Müller et de Hæckel, l'exposé des vues critiques d'Oscar Hertwig, et un bon index bibliographique.

Vialleton ne se contente pas, du reste, de faire œuvre d'érudition ; beaucoup de vues qu'il expose lui sont toutes personnelles, et c'est ainsi que ses conclusions méritent d'être résumées dans cette revue, en faisant remarquer, toutefois, que quelques-unes ne sont que les idées de Hertwig.

Si l'on veut entendre par la loi biogénétique, dit-il, qu'il existe un certain parallélisme entre le développement des organes dans l'ontogénèse des animaux supérieurs et celui de ces mêmes organes tel qu'il est montré par l'Anatomie comparée dans les différents êtres d'un même groupe, il n'y a rien à objecter. Mais il faut alors bien préciser qu'il ne s'agit que d'un parallélisme idéal et non pas de la répétition de faits héréditaires, comme on le voulait jusqu'ici.

Le développement ne reproduit pas des structures ancestrales, l'ontogénèse ne récapitule pas réellement la phylogénèse, pour beaucoup de raisons :

1° Parce que la composition de l'œuf, avec les ébauches accumulées dans son idioplasma, en fait quelque chose de tout à fait différent de la cellule primitive, vide d'ébauches, d'où l'espèce est sortie en effectuant son long développement à travers les âges (Oscar Hertwig);

2° Parce que les organes rudimentaires des embryons ne peuvent permettre de rapporter ces embryons à aucun ancêtre déterminé, et ne permettent aucune conclusion précise au point de vue généalogique. Les embryons de Mammifères pourvus d'arcs branchiaux, par exemple, loin de permettre de reconstituer leur ancêtre, montrent simplement que des animaux conformés comme ils le sont auraient été incapables de vivre (O. Hertwig);

3° Parce que les embryons des Vertébrés supérieurs, si on les considère dans leur ensemble, et non plus seulement dans leurs organes pris séparément, ne ressemblent jamais à des animaux inférieurs. Ils sont déterminés de très bonne heure comme membres de leur groupe et se distinguent alors nettement des Vertébrés appartenant aux autres groupes. Ainsi le cou et les importantes modifications des arcs aortiques qui accompagnent sa présence ne peuvent se produire qu'après la courbure nuchale, et cette dernière suppose elle-même un développement particulier du système nerveux central et des protovertèbres. Aussi Vialleton dit-il encore, après Oscar Hertwig, que l'embryon, loin d'imiter ou de répéter d'autres formes, ne fait, au sens littéral du mot, que son propre développement;

4° Parce qu'un Vertébré n'est pas un assemblage quelconque d'organes empruntés à diverses formes du même groupe, mais un tout cohérent, un ensemble de parties coordonnées entre elles et s'influençant toutes réciproquement;

5° Parce que certains seulement des prétendus stades héréditaires sont maintenus ; un grand nombre d'autres manquent, de sorte que l'on a bien plus sous les yeux le schéma du développement phylogénétique que la série réelle des étapes parcourues;

6° Parce que, dans l'ontogénèse, tous les organes ne présentent pas un développement progressif et que, d'autre part, les nombreux cas de substitution s'opposent souvent à ce qu'il y ait réellement une répétition des formes inférieures de certains organes dans le cours du développement des animaux supérieurs;

7° Enfin, et ceci est une simple remarque, parce que la théorie de la récapitulation, n'envisageant guère que la série progressive de développements aboutissant à l'homme, ramène inconsciemment à la conception de l'échelle animale, qui ne peut être évidemment, si l'on veut encore l'admettre, qu'une pure abstraction.

« En somme, termine Vialleton, l'Embryologie et l'Anatomie comparée montrent que les êtres vivants se forment d'après des lois régulières et en allant du simple au composé; mais il y a loin de là à parler d'une répétitition des formes ancestrales au cours du développement ontogénique, car les structures reproduites pendant ce dernier sont trop générales et d'un caractère trop indéterminé pour permettre de reconstruire, d'après elles, les ancêtres réels de l'espèce... C'est pourquoi la

loi biogénétique doit être rejetée dans son sens strict, et comme permettant de reconstituer, par l'étude de l'ontogénie, la série réelle des ancêtres d'une espèce. » On peut conserver la loi biogénétique en adoptant la formule donnée par Hertwig, qui ne met pas en doute, du reste, la réalité de l'évolution; seulement Hertwig avait fait remarquer qu'en raison de la transmission à l'œuf des propriétés acquises par l'espèce, une répétition réelle des formes ancestrales est absolument impossible et que l'embryon ne peut aucunement nous révéler les formes que son espèce a traversées dans le cours du temps.

II. — Embryologie humaine[1].

L'étude statistique de R. C. Punnett : *Sur les rapports qui existent entre la nutrition et la détermination du sexe chez l'Homme*, peut être placée en tête d'une revue générale des plus récents travaux de l'Embryologie humaine. Punnett trouve que, si l'on divise la population de Londres en trois groupes, correspondant à trois degrés différents de richesse, on voit que la proportion des enfants mâles sur les enfants femelles est d'autant plus grande qu'on s'élève des classes pauvres dans les classes riches.

L'on peut en conclure que les conditions favorables de la nutrition déterminent la formation d'un plus grand nombre d'enfants mâles; mais il peut se faire aussi que ces conditions n'aient pas d'effet dans la proportion des sexes, ou même déterminent une prépondérance relative des femelles, si l'on admet, dans ces deux derniers cas, que l'effet est masqué par d'autres facteurs affectant inégalement les diverses classes de la société. Punnett montre qu'en effet de tels facteurs se rencontrent dans la mortalité infantile, dans la proportion différentielle des naissances et probablement aussi dans l'âge différent des parents.

Tous ces facteurs tendraient à diminuer la proportion des mâles dans les portions les plus pauvres de la population, et ainsi la première des conclusions deviendrait improbable; mais, si l'on se rallie à l'une ou l'autre des deux autres, il est impossible de dire dans quelle mesure agissent les facteurs notés ci-dessus. L'opinion de Punnett est que leur effet combiné ne serait pas assez grand pour marquer une prépondérance de naissances femelles due à une meilleure nutrition; par conséquent, il incline à penser que, chez l'Homme, la détermination du sexe serait indépendante de la bonne ou de la mauvaise nutrition des parents.

L'*Œuf humain et son mode de fixation* aux parois utérines a été étudié par Eternod, qui, pour cela, a soumis à une revision soigneuse les nombreux œufs humains microtomés en série qu'il possède dans sa collection particulière. L'embryologiste génevois est arrivé ainsi aux conclusions générales suivantes :

L'œuf de l'Homme, de même que celui d'un grand nombre de Mammifères supérieurs, traverse rapidement l'épithélium de l'utérus et s'encapsule dans le derme de cet organe[1].

L'ectoderme de l'œuf ainsi englobé engendre par prolifération une couche enveloppante épaisse, épithéliale, et d'aspect syncitial. Cette formation, qu'on appelle trophoderme ou trophoblaste, est d'abord libre, mais elle adhère bientôt au derme de la muqueuse utérine.

Le sang de la mère, venant des capillaires sanguins qui se sont rapidement dilatés (peut-être au moment du premier retour des règles), vient faire irruption dans les mailles du trophoblaste et les agrandit. Ce sang maternel vient donc au contact direct des cellules ectodermiques, sans qu'il y ait entre eux interposition d'aucune couche endothéliale, comme on l'a voulu longtemps. Ce rapport important entre le sang de la mère et les tissus de l'embryon se maintiendra sans changements jusqu'à l'accouchement. Eternod arrive donc à cette con-

[1] *Bibliographie* :

R. C. Punnett : *Proc. Cambridge Phil. Soc.*, 1904, t. XII, p. 262-276.
Eternod : *Arch. Sc. phys. et nat.*, 1906, t. XXI, p. 639-41.
L. Frassi : *Arch. mikr. Anat.*, 1908, t. LXXI, p. 667-694, avec 1 planche et 17 figures.
S. P. Gage : *Amer. Journ. Anat.*, 1905, t. IV, p. 409-443, 5 planches.
E. Bonnet et R. Seevers : *Anat. Anz.*, 1906, t. XXIX, p. 452-459, avec 3 figures.
J. E. Schmidt : *Arch. mikr. Anat.*, 1905, t. LXVI, p. 12-40.
C. M. Jackson : *Anat. Anz.*, 1905, t. XXVII, p. 488-510.
K. Helly : *Arch. mikr. Anat.*, 1905, t. XLVII, p. 124-141, avec 1 planche.
H. Kuster : *Arch. f. mikr. Anat.*, 1904, t. LXIV, p. 158-172, avec 1 planche.
E. Goggio : *Atti. Soc. Toscana Sc. nat. Pisa*, 1905, t. XXI, p. 33-48, avec 1 planche.
Giuseppe Levi : *Anat. Anz.*, 1904, t. XXV, p. 289-298, avec 1 planche.
J. Kyrle : *Arch. mikr. Anat.*, 1908, t. LXXII, p. 141-160, avec 1 planche.
R. Argaud : *Journ. de l'Anatomie et de la Physiol.*, 1904, t. XL, p. 298-304.
C. A. Kling : *Arch. mikr. Anat.*, 1903, t. LXIII, p. 575-610, 2 planches.
J. W. T. Walker : *Arch. f. mikr. Anat.*, 1904, t. LXIV, p. 121-157, avec 1 planche et 9 figures.
O. Stoerk : *Arch. mikr. Anat.*, 1906, t. LXIX, p. 322-339, 2 figures.
L. Druner : *Anat. Anz.*, 1904, t. XXIV, p. 257-286.
Knut Kjelberg : *Morphol. Jahrb.*, 1904, t. XXXII, p. 159-184, axec 8 figures.
H. Eggeling : *Anat. Anz.*, 1904, t. XXIV, p. 595-605.
F. Bertkau : *Anat. Anz.*, 1907, t. XXX, p. 161-180, avec 7 figures.

[1] C'est ce qu'avaient déjà montré Peter von Spee et d'autres auteurs plus récents. Voir notre revue annuelle d'Embryologie de 1906 (*Rev. génér. des Sc.*, nº 10, 30 Mai 1906, p. 461, fig. 8.)

clusion que le trophoderme est un organe persistant durant toute la gestation. C'est là une opinion contraire à S. Minot, qui fait du trophoderme un organe transitoire et disparaissant de très bonne heure.

Eternod montre ensuite les villosités du chorion se formant du côté de l'embryon, s'allongeant et se bifurquant dans la masse épithéliale trophodermienne. A mesure que les villosités s'agrandissent et se capillarisent (vaisseaux sanguins fœtaux), les lacunes sanguines trophodermiennes les plus voisines du chorion ovulaire se dilatent et deviennent les lacs sanguins maternels du placenta.

En même temps que cela se produit, la couche plasmodiale profonde du trophoderme confinant au chorion ovulaire se différencie et engendre les deux couches épithéliales classiques : *a*) à cellules distinctes; *b*) syncitiale. La couche périphérique du trophoderme continue à proliférer sans arrêt, de manière à engendrer des blocs ou des traînées cellulaires polynucléaires qu'on a décrits sous le nom de cellules géantes.

Une partie de cette couche superficielle plasmodiale maintient son adhérence au derme utérin, au niveau des villosités d'agrafe (*Haft-Zotters* des embryologistes allemands); c'est là que se forme le placenta fœtal, par simple croissance du trophoderme modifié comme nous venons de le voir.

L'étude des *embryons humains* aux premiers temps du développement a donné lieu à quelques travaux d'importance inégale. Le plus jeune est un embryon ou plutôt un œuf étudié *in situ* par L. Frassi. Cet auteur, discutant surtout la question de la caduque et de ses vaisseaux, de l'infiltration des leucocytes et des limites entre les éléments maternels et fœtaux, arrive aux conclusions suivantes : Le trophoblaste épiblastique de l'embryon forme au début quatre couches distinctes : couche cellulaire enveloppante, couche de cellules en colonnes, couche syncitiale et couche de Langhans; le mésoblaste de l'embryon forme le chorion. A noter, à la fin du Mémoire de Frassi, une suite de tableaux qui montrent les diverses opinions des auteurs pour ce qui concerne la couche de Langhans, le syncitium, les espaces intervilleux et les villosités, le mode de fixation de l'œuf, la caduque, les cellules géantes, les glandes utérines, les vaisseaux, la fibrine, la dimension de l'œuf, etc.

Deux autres jeunes embryons humains ont été étudiés : l'un, âgé de trois semaines, par S.-P. Gage, qui trouve à cet âge le corps formé de 29 myotomes; l'autre, long de 11 millimètres et âgé d'environ trente-trois jours, par E. Bonnet et R. Seevers. Les faits les plus intéressants que l'on trouve à noter dans cette dernière étude sont les suivants : Le cœur est, à cet âge, relativement six fois plus grand en volume que chez le nouveau-né et sept fois plus que chez l'adulte. Le volume de la moelle épinière est environ quarante-quatre fois plus grand que chez le nouveau-né et cent quinze fois plus grand que chez l'adulte.

L'aorte dorsale est formée par l'union de deux arcs aortiques latéraux, qui se réunissent juste au-dessous de l'origine des artères sous-clavières. A son origine, l'aorte est relativement étroite, mais elle s'élargit graduellement jusqu'à devenir deux fois plus large, vers son extrémité inférieure. La veine vitelline envoie une branche dans le mésentère, branche qui représente évidemment la veine mésentérique supérieure de l'adulte.

J.-E. Schmidt apporte une contribution intéressante à l'étude de *la muqueuse de l'intestin de l'embryon humain*. Les cellules de Panett apparaissent dans l'intestin seulement à partir du septième mois et atteignent leur développement le plus complet chez l'enfant nouveau-né. Elles se trouvent normalement chez l'adulte dans le petit intestin, fréquemment aussi dans l'appendice vermiforme; habituellement absentes du rectum sain, on les y trouve dans certains cas pathologiques, dans les polypes et sur le bord des carcinomes, par exemple.

Les cellules caliciformes apparaissent chez l'embryon humain du troisième mois et vont, à partir de ce moment, en augmentant de nombre, de sorte qu'à la fin de la vie fœtale elles deviennent si abondantes qu'elles forment une couche presque continue dans le rectum tout entier et dans l'appendice vermiforme de l'enfant nouveau-né; les parties inférieures du petit intestin montrent aussi à cet âge des cellules à mucus en abondance.

On voit apparaître encore, au milieu de la gestation, dans l'épithélium intestinal du fœtus, des inclusions cellulaires particulières qui présentent bientôt, au cours du développement, la forme et les réactions des corpuscules de méconium. Ces inclusions sont vidées par les cellules dans l'intestin, de telle façon qu'il n'en reste plus dans l'épithélium du nouveau-né. Il est à noter que le moment de leur formation coïncide avec le commencement des mouvements de déglutition du fœtus, qui font entrer du liquide amniotique dans le tube digestif. Et ce serait une chose intéressante à rechercher de savoir s'il y a ici relation de cause à effet. En tout cas, cette recherche serait plus facile à faire chez le chien, où les mêmes élaborations des cellules intestinales commencent seulement peu de temps avant la naissance, mais se continuent encore quinze jours après.

C.-M. Jackson étudie le *développement du pancréas*[1] chez l'homme à partir du deuxième mois

[1] Voir notre revue annuelle d'Embryologie de 1902 (*Rev. génér. des Sc.* du 30 décembre 1902, p. 1193, fig. 3, 10, 11 et 12 et 13.

de la vie fœtale. Il montre que le corps de cet organe apparaît à cette époque sous la forme d'un large bourgeon aplati, présentant une face antérieure et une face postérieure; au troisième mois, le bord inférieur du corps du pancréas vient en contact avec l'intestin sous-jacent, et ses portions internes puis externes apparaissent successivement; à ce moment, la glande acquiert la forme prismatique qu'elle gardera définitivement.

Le développement et la structure des *îlots de Langerhans* sont étudiés par K. Helly dans différents groupes de Vertébrés. Cet auteur considère ces îlots comme des organes particuliers différant fondamentalement du pancréas vrai; ils proviendraient originairement d'un épithélium non différencié spécifiquement en pancréas et l'on ne pourrait trouver aucune forme de transition, à aucune période de la vie, entre les deux types. Helly en conclut donc qu'on ne saurait considérer les îlots de Langerhans comme formant un matériel de réserve pour la régénération des cellules pancréatiques; il est d'accord en cela avec les vues de Diamare, de Renine, de Lage et autres, mais en opposition avec celles de Dale.

H. Küster montre que les îlots de Langerhans apparaissent dans le pancréas de l'embryon humain dès le début de la différenciation de la glande, sous la forme de bourgeonnements des conduits glandulaires. Ces îlots se reconnaissent alors à trois caractères nettement marqués : 1° les noyaux cellulaires sont situés vers le centre de l'îlot et le cytoplasme vers l'extérieur; 2° les cellules sont disposées en série, sous la forme de colonnes; 3° les îlots sont en relation intime avec les vaisseaux capillaires. De très bonne heure, ces îlots ainsi différenciés se séparent des conduits glandulaires; ils grossissent jusque vers la fin de la vie fœtale et gardent alors, pendant toute la durée de la vie, le volume et la structure qu'ils ont acquis.

Nous citerons à la suite et comme complément à ces travaux sur le pancréas humain : 1° une étude d'Empedocle Goggio sur le développement de cet organe chez les Amphibiens anoures; là, comme chez l'Homme, le pancréas apparaît sous la forme de trois bourgeonnements de l'intestin : un dorsal et deux latéraux; 2° une étude d'histologie comparée de Giuseppe Levi, qui étudie en particulier le pancréas d'un Lémurien, le *Lemur mangos* var. *rubifrons*, où les îlots de Langerhans sont excessivement nombreux. Après l'étude de ce type, G. Levi montre ensuite comment les îlots varient chez différents types de Mammifères; 3° un travail de J. Kyrle, qui montre que le parenchyme du pancréas et les îlots de Langerhans possèdent un faible pouvoir de régénération chez le Chien et le Cochon d'Inde.

Le *mode de transition entre l'artère iliaque interne et l'artère ombilicale* a été étudié, chez l'enfant nouveau-né, par R. Argaud. Cet auteur montre que les changements de structure entre ces deux vaisseaux se produisent dans la moitié interne de la portion intra-abdominale de cette dernière artère. Le calibre du vaisseau diminue progressivement et ses parois s'épaississent, sous l'influence, semble-t-il, de la formation des vaisseaux musculaires longitudinaux de nouvelle formation. La couche élastique de la tunique moyenne, puis de l'élastique interne, commence à se résorber en fibrilles extraordinairement minces. La délimitation entre les tuniques interne et moyenne devient très difficile, sinon impossible à déterminer, et c'est seulement par analogie avec la structure des autres artères du nouveau-né qu'il faut considérer la tunique interne comme réduite à un épithélium vasculaire doublé extérieurement par une très mince couche de tissu conjonctif. La transformation structurale de l'artère ombilicale commence tout près de l'hypogastrique par un épaississement local de la paroi, en forme de sillon longitudinal, au niveau duquel l'artère ne tarde pas à présenter le caractère qu'elle offre dans son trajet extra-abdominal. Un deuxième épaississement se montre ensuite, puis le vaisseau s'épaissit sur tout son pourtour, et dès lors la structure définitive de l'artère ombilicale se trouve réalisée.

Le *développement des ganglions lymphatiques* est étudié par C. A. Kling dans toute une série d'embryons humains. L'auteur, qui a choisi la région de l'aisselle, montre qu'un abondant plexus de vaisseaux lymphatiques se développe dans cette région avant que les glandes proprement dites apparaissent. C'est au troisième mois de la vie fœtale que l'on voit un tissu cellulaire et vasculaire se différencier dans les mailles du réseau lymphatique et prendre un arrangement trabéculaire irrégulier. Une telle aire de différenciation correspond au centre d'origine d'un groupe de glandes lymphatiques; ces glandes apparaissent en définitive par la division de l'aire d'origine, et cette division semble être causée par la croissance et la dilatation des vaisseaux lymphatiques voisins. Les grands sinus des ganglions sont donc, au début, de simples vaisseaux lymphatiques; le reticulum cellulaire qui se forme dans leur lumière apparaît secondairement et provient de l'endothélium des vaisseaux lymphatiques. Plus tard, les glandes lymphatiques simples ainsi formées poussent à leur périphérie des bourgeons de différente grosseur; quelques-uns de ces bourgeons atteignent la structure définitive au cours de la vie intra-utérine; d'autres restent dans un état inférieur de développement. On trouve, en plus, chez l'adulte, des glandes petites, parfois

microscopiques, qui ne sont que des formes rudimentaires arrêtées dans leur développement; mais ce développement peut reprendre, même chez l'adulte, sous l'influence de circonstances spéciales.

J. W. T. Walker étudie le développement et la structure de la *glande coccygienne de l'Homme*. Chez le fœtus de six mois, cette glande se présente sous la forme d'une simple masse cellulaire pénétrée déjà par des capillaires tordus; après la naissance, le tissu conjonctif environnant pénètre cette masse et la divise en nombreux groupes cellulaires distincts, en même temps qu'un certain nombre des capillaires disparaissent; la vascularisation de la glande, toujours très développée, présente alors les schémas ci-contre (fig. 1 et 2). Ce fait semblerait indiquer que la sécrétion interne de cette glande, qui reste toujours dépourvue de canal excréteur, est plus importante pendant la vie fœtale que chez l'adulte.

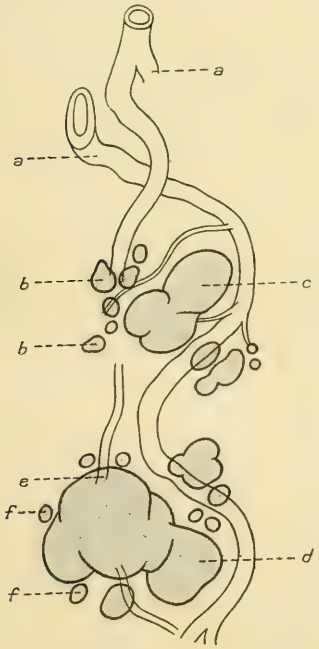


Fig. 1. — *Schéma des rapports des branches de l'artère sacrée moyenne avec la glande coccygienne et ses glandules accessoires.* — *a*, branche artérielle; *b*, nodules isolés; *c*, nodules plus volumineux; *d*, nodule principal; *e*, pénétration de l'artère dans le nodule principal; *f*, petits nodules isolés appliqués sur le nodule principal.

A propos de la *glande coccygienne de l'Homme*, nous citerons un travail de O. Stoerk, qui étudie les réactions histochimiques et les relations de cette glande.

Stoerk montre que ses cellules ne présentent pas la réaction chromaffine ni chez le fœtus, ni chez le jeune enfant; elles ne présentent pas de connexion histogénétique avec les nerfs du sympathique, et ce n'est que tardivement que les relations s'établissent entre cette glande et les branches de l'artère sacrée médiane. On ne peut donc plus voir dans cette glande une sorte de succédané des capsules surrénales, comme on le croyait autrefois.

L. Drüner, étudiant la *structure et le développement de l'oreille moyenne chez l'Homme et la Souris*, discute la question de l'homologie de l'articulation du marteau et de l'enclume des Mammifères avec l'articulation de l'os carré et de l'articulaire des autres Vertébrés. Il montre toutes les difficultés morphologiques et physiologiques que comporterait une pareille homologie et soutient, au contraire, l'homologie de l'articulation de la mâchoire inférieure des Mammifères avec celle des Vertébrés inférieurs.

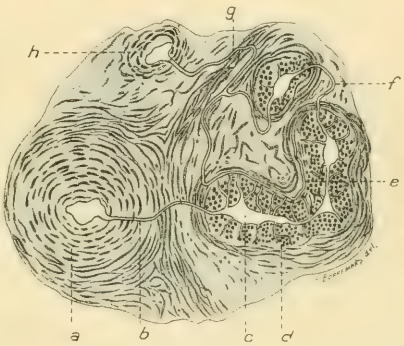


Fig. 2. — *Schéma de la vascularisation de la glande.* — *a*, artère; *b*, capillaire qui en part et pénètre dans un lobe de la glande; *c*, espace sanguin du lobe glandulaire; *d*, division de l'espace sanguin; *e*, capillaire contenu dans l'enveloppe conjonctive d'un lobe glandulaire; *f*, capillaire venant d'un lobe et passant dans un autre; *g*, petits vaisseaux situés dans l'enveloppe conjonctive commune de la glande; *h*, veine.

Dans le même ordre d'idées, nous citerons le travail de Knut Kjelberg sur le *développement de l'articulation mandibulaire*. Les observations de cet auteur, faites sur différents embryons, le conduisent à accepter ces idées générales : que l'articulaire et l'os carré des Sauropsidés sont représentés par le marteau (*malleus*) et l'enclume (*incus*) des Mammifères; que l'articulaire, quand il est renfermé dans la cavité tympanique, entraîne avec lui une portion du muscle ptérygoïdien externe, alors que la portion la plus considérable de ce muscle reste attachée au maxillaire et à son condyle; que la portion la plus postérieure du muscle

est resserrée entre le tympanique et le squamosal et forme ainsi une partie, au moins, du ligament antérieur du manteau; enfin que la région toute antérieure se place entre le condyle et le squamosal et devient le ménisque articulaire.

Le *développement des glandes mammaires* a été repris par H. Eggeling, qui classe définitivement les mamelles comme les homologues des glandes sudoripares; il montre, en effet, que ces organes dérivent bien de glandes cutanées à sécrétion mérocrine.

L'étude purement histologique de F. Bertkau vient confirmer ces conclusions, en montrant que la formation du lait est un phénomène purement sécrétoire et qu'elle ne s'accompagne d'aucune nécrobiose de la part de l'épithélium mammaire; ceux qui ont décrit un pareil processus auraient été trompés par l'imperfection de leur technique.

III. — Embryologie comparée de l'œil et cytologie embryonnaire[1].

Le *développement du globe oculaire*, considéré dans son ensemble au point de vue de ses origines, a été étudié expérimentalement par E. T. Bell. Au moyen de très délicates opérations, faites sur des embryons de grenouille, cet auteur a enlevé la moitié antérieure du cerveau antérieur et des vésicules optiques, ou bien il a fait tourner la vésicule optique, de manière à reporter le pôle interne de cette vésicule vers l'extérieur, ou enfin il a greffé des vésicules optiques enlevées à d'autres embryons. Ces expériences et d'autres du même genre lui ont montré qu'un jeune œil peut se développer à la place d'un autre enlevé, que la rétine peut être régénérée chez de très jeunes embryons après avoir été entièrement enlevée, qu'un cristallin typique, c'est-à-dire formé de fibres lenticulaires et d'un épithélium, peut provenir ou bien de la couche pigmentaire de la rétine, ou bien du tissu cérébral d'un autre embryon, ou encore de l'ectoderme dorsal du cerveau moyen, ou enfin des cellules ectodermiques qui constituent l'origine de l'organe nasal. Quant à ce dernier, il se développerait indépendamment et du cerveau et du pharynx, et ses connexions avec ce dernier se formeraient ultérieurement sous l'influence de stimuli extérieurs.

Le *développement et la structure de l'humeur vitrée* ont été entrepris dans ces dernières années par plusieurs auteurs, qui sont arrivés malheureusement à des résultats quelque peu différents, de sorte que la question reste toujours à l'étude.

Déjà il y a six ans[1], P. Bertacchini avait trouvé que cette humeur ne doit pas être considérée comme du tissu conjonctif dans lequel les cellules auraient disparu par atrophie, pas plus que comme une simple transsudation sanguine ni une sécrétion des cellules rétiniennes; cette humeur n'aurait même aucun rapport d'origine avec la petite quantité de mésoderme qui reste incluse dans la concavité de la vésicule optique ou qui y entre par la fissure choroïdienne. L'humeur vitrée serait un tissu d'origine secondaire; elle serait exclusivement due aux leucocytes des vaisseaux sanguins qui émigreraient par diapédèse pour venir former des éléments fixes, les cellules vitrées; celles-ci, à leur tour, sécréteraient la substance intercellulaire. Dans les premiers temps de la vie fœtale, cette substance apparaîtrait dans le cytoplasma sous forme de sphères gélatineuses qui tomberaient au dehors par déhiscence. Plus tard, ce mode de sécrétion changerait un peu; il serait caractérisé par la présence de granules colorables et par la désintégration des prolongements cellulaires, c'est-à-dire qu'il se ferait par clasmatose.

M. von Lenhossek, reprenant cette étude en 1903, arrive à des conclusions différentes. Pour cet auteur, le corps vitré tout entier serait un produit du cristallin et, par conséquent, d'origine ectodermique. Les cellules vitrées seraient comparables aux cellules épendymaires du système nerveux central et la substance vitrée serait formée par un réseau extrêmement fin de fibrilles provenant de ces cellules. Les relations que ces fibrilles acquièrent avec la rétine s'opéreraient secondairement au cours du développement. La membrane hyaloïde dérivée de la rétine n'aurait aucune relation génétique avec le corps vitré, et la capsule du cristallin serait une formation cuticulaire des cellules cristalliniennes.

Enfin, A. von Szily, recherchant l'origine de l'humeur vitrée chez le chien et chez la truite, trouve, au début de sa formation, un tissu de soutien primitif fibrillaire et privé de cellules. Les fibrilles proviennent des ponts intercellulaires des couches épithéliales adjacentes et sont unies aux cellules de ces couches par le moyen de petits orga-

[1] *Bibliographie*:

E.-T. Bell : *Anat. Anz.*, 1906, t. XXIX, p. 185-194, avec 2 fig.

P. Bertacchini : *Internat. Monatschr. Anat. Physiol.*, 1902, t. XIX, p. 77-118, avec 2 pl.

M. von Lenhossek : Die Entwickelung des Glaskörpers. Leipzig, in-4°, 106 p. avec 2 pl. et 19 fig.

Aurel von Szily : *Anat. Anz.*, 1903, t. XXIV, p. 417-428.

H. Spemann : *Zool. Anz.*, 1905, t. XXVIII, p. 419-432.

H. Spemann : *Zool. Anz.*, 1907, t. XXXI, p. 379-386.

Jan Grochmalicki : *Zeitschr. Wiss. Zool.*, 1908, t. LXXXIX, p. 164-172, avec 6 fig.

W. Weysse et W.-S. Burgess : *Amer. Natur.*, 1906, t. XL, p. 611-37, avec 17 fig.

J. Cameron : *Journ. of. Anat. and Physiol.*, 1905, t. XXXIX.

[1] Pour l'état de la question à cette époque, voir, dans ce journal même, l'excellente revue d'Anatomie de 1904 du Professeur E. Laguesse.

nites en forme de quille (*kegelförmigen*), qui ressemblent à ceux découverts par von Lenhossek à la base des cellules du cristallin. Les cellules mésenchymateuses pénètrent ensuite dans le réseau fibrillaire primitif. Si les fibres se sont formées là où les cellules mésenchymateuses sont abondantes, elles s'unissent secondairement avec ces cellules, donnant à l'humeur la forme nettement mésenchymateuse; autre part, la forme fibrillaire prédomine.

Ces formations appartiennent-elles génétiquement à la fois à la rétine et au cristallin? Szily le croit, mais il trouve que c'est là une question peu importante et, en tous cas, difficile à déterminer. Quant au développement ultérieur des éléments de l'humeur vitrée, comme les produits des différents feuillets germinatifs ne peuvent être distingués les uns des autres, il est impossible de dire ce qui appartient ici à l'ectoderme et au mésoderme.

Les modes de *formation et de régénération du cristallin* ont été étudiés expérimentalement par Hans Speman (fig. 3 et 4) dans deux intéressants travaux que nous analyserons un peu longuement, car les résultats auxquels cet auteur est arrivé s'adressent à l'Embryologie générale autant qu'à l'organogénèse de l'œil. La question avait, du reste, été envisagée déjà avant Speman, et de la même façon, par Lewis, qui avait vu :

1° Que l'influence de la rétine sur l'épiderme est indispensable pour que le cristallin se produise ;

2° Que la présence d'un cristallin pas plus que celle des tissus qui entourent ou sont en connexion normalement avec l'œil ne sont nécessaires pour que la vésicule oculaire devienne cupule oculaire. Cela Speman le confirme ;

3° Que l'excitation provenant de la cupule oculaire n'a pas besoin d'agir sur un point spécial de la peau pour que se produise un cristallin : tout ectoderme est vraisemblablement capable de fournir un cristallin, puisque l'ectoderme de la *Rana palustris* peut, dans les expériences, être remplacé par celui de la *Rana sylvatica*.

Mais il restait un certain nombre de questions à résoudre : 1° Les cellules épidermiques auxquelles échoit plus tard la formation du cristallin sont-elles indifférentes avant d'avoir reçu l'influence de la cupule oculaire ou bien sont-elles déjà, avant toute influence, différentes des cellules de leur entourage? 2° La cupule oculaire peut-elle construire un cristallin au moyen des cellules épidermiques quelconques sur lesquelles elle agit, ou bien doit-elle trouver des cellules qui détiennent déjà en puissance une fonction et n'attendent plus qu'une sorte de déclanchement pour évoluer?

Pour résoudre à nouveau et approfondir ces questions, Speman a employé la méthode suivante : Avant l'apparition de la première ébauche cristallinienne, il enlevait la concavité de la vésicule oculaire primaire avec les cellules qui auraient formé le cristallin; ou bien il enlevait seulement la première ébauche cristallinienne aussitôt formée. La plaie opératoire était recouverte avec des cellules ectodermiques quelconques qui n'auraient rien eu à faire normalement avec la formation du cristallin. Les opérations pratiquées sur la *Rana fusca* et le *Triton tœniatus* réussissaient facilement et étaient toujours bien supportées par les larves.

Voici ce qu'il observa : dans un grand nombre de cas, la vésicule opérée se reforma et se transforma en une cupule normale, mais plus petite; une nouvelle ébauche de cristallin apparut aux dépens de l'épiderme et évolua comme l'eût fait l'ébauche normale.

Ces cas *se concilient* avec l'idée que, chez le *Triton* et la *Rana*, la cupule oculaire provoque la formation du cristallin; mais, avant tout, ils *prouvent* que cette action peut s'effectuer avec succès sur des cellules de l'entourage de l'œil qui n'ont habituellement rien à faire avec la formation du cristallin. En un mot, l'épiderme possède, en puissance, en bien des endroits, la faculté de produire un cristallin.

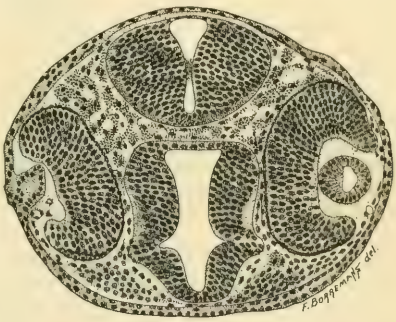


Fig. 3. — *Coupe transversale de la tête d'une larve de Triton.* — L'œil du côté gauche est plus avancé dans le développement; la vésicule cristallinienne est détachée de l'épiderme dont la séparent des cellules conjonctives. Des fibres cristalliniennes sont formées. L'œil opéré est rétabli; il est plus petit que l'autre. Il s'est formé un cristallin aux dépens de l'épiderme. (Gross. 100 : 1.)

La régénération du cristallin peut s'effectuer même si l'opération est faite à un stade plus avancé du développement, lorsque déjà s'est produite une ébauche cristallinienne, lorsque l'épithélium est déjà devenu clair et transparent. Mais, dans ce cas, la régénération est plus rare. Ce fait s'explique peut-être parce que les tissus sont plus différenciés déjà, peut-être aussi parce que la cupule oculaire n'a point sa forme normale et parce que, à ce stade, une lame de tissu conjonctif s'interpose entre elle et l'épiderme.

Par quel moyen la cupule oculaire occasionne-t-elle la formation du cristallin et de la cornée? Rien ne nous permet encore de le supposer; mais il est deux questions qui peuvent dès maintenant recevoir réponse.

C'est d'abord celle-ci : l'influence va-t-elle directement de la cupule oculaire à l'épiderme ou est-elle transmise indirectement par une autre partie de l'organisme?

Cette seconde hypothèse, presque invraisemblable au premier abord, est à rejeter complètement à la suite du fait expérimental suivant : la cupule oculaire, extirpée de sa place et greffée ailleurs, amène la formation d'un cristallin aux dépens de l'épiderme qui se trouve alors en face d'elle (Lewis). La rétine embryonnaire n'a donc pas besoin de l'intermédiaire des tissus qui l'entourent normalement pour exercer une action sur les cellules épidermiques : son influence est directe.

On peut ensuite se demander si l'influence exercée par la cupule oculaire sur l'épiderme est passagère ou permanente; suffit-il d'une excitation une fois produite, ou faut-il que l'excitation se renouvelle pendant tout le temps du développement du cristallin? Des expériences de Schapers répondent à cette question. Cet expérimentateur faisait, dans un autre but que le but cherché ici, une plaie dorsale profonde à des larves de *Rana esculenta*. La réparation de la plaie rétractait les téguments dorsaux et amenait ainsi un déplacement de l'épiderme situé au devant des cupules oculaires. A ce niveau, au moment où avait lieu l'expérience, on observait déjà une ébauche très petite de cristallin. Cette ébauche, après la rétraction de l'épiderme, se trouvait ramenée sur la face dorsale de la larve, loin de la cupule oculaire. Eh bien, dans ces conditions, le développement de cette ébauche se poursuivait, normal, jusqu'à un certain point. L'histogénèse n'était point troublée, en ce sens que les cellules épidermiques évoluaient en fibres cristalliniennes; mais l'organogénèse était arrêtée : l'ébauche cristallinienne ne se séparait pas de l'épiderme. Il faut voir là un fait montrant que le chimiotactisme positif de la cupule vis-à-vis de l'épiderme doit nécessairement s'exercer d'une façon continue pour amener un développement complet; mais il n'en est pas moins vrai que l'action chimiotactique du début a suffi à provoquer la transformation totale d'une cellule épidermique en fibre cristallinienne. En même temps que la cupule oculaire a occasionné le bourgeonnement primordial de l'ébauche cristallinienne, elle lui a donné, du même coup, la faculté de se différencier ultérieurement en fibres; la différenciation initiale est dépendante, mais se poursuit de façon autonome.

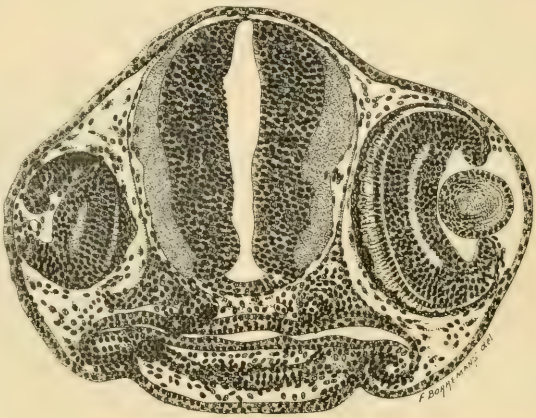


Fig. 1. — *Coupe transversale de la tête d'une larve de Triton plus âgée.* — L'œil du côté gauche est normal; il appartient à une coupe passant à 50μ en arrière du plan du reste de la préparation; sa rétine montre ses diverses couches, le cristallin est différencié. L'œil opéré est beaucoup plus petit et séparé de l'épiderme par du tissu conjonctif. Au niveau du bord irien supérieur, on voit la néoformation cristallinienne à son début. (Gross. 100 : 1).

Dans toutes les expériences qui précèdent, il était nécessaire que les opérations fussent faites alors que la cupule oculaire était encore en contact par ses bords avec l'épiderme. De cette façon, les actions chimiotactiques peuvent s'exercer et aboutir.

Mais, si l'on opère une larve comme il a été dit plus haut et que, pendant la régénération de la cupule oculaire, une lame de tissu conjonctif embryonnaire s'insinue entre les bords de la cupule régénérée et l'épiderme, *il n'y a plus formation d'un cristallin aux dépens de l'épiderme.*

Un cristallin se régénère néanmoins, et cela aux dépens des cellules originellement ectodermiques les plus proches de la rétine. C'est le rebord irien qui réagit à l'action chimiotactique. Colucci, Wolff, Frischel et Speman voient, en effet, un bourgeon cellulaire se détacher des cellules du rebord, au point où a lieu la réflexion du feuillet distal sur le feuillet proximal rétinien. Ce bourgeon grandit et se transforme peu à peu en cristallin. Les cellules rétiniennes elles-mêmes sont capables de fournir un cristallin si on les irrite au moment de l'opération (Wolff).

Un dernier fait, fort intéressant, est mis en

lumière par les recherches de Wolff et de Speman. L'action — chimiotactique probablement — dont est douée la rétine embryonnaire et qui la rend capable d'amener la formation d'un cristallin aux dépens de cellules ectodermiques situées dans son voisinage immédiat, à son contact, cette action ne se perd point dans la suite du développement. Mais elle ne peut s'exercer que si un cristallin n'est pas déjà formé et en place.

Que l'on enlève un cristallin régénéré : la rétine embryonnaire est capable d'en faire régénérer un second (si les conditions de contact sont réalisées encore comme au début).

Que l'on irrite le rebord irien de la rétine, tandis que le cristallin est encore en place : on produit un bourgeonnement du rebord irien de la rétine, mais point de cristallin. Il semblerait donc que cet organe jouisse d'une puissance inhibitrice et qui serait de nature chimique.

L'année dernière, Hans Speman est venu apporter une nouvelle contribution à cette question intéressante de la régénération du cristallin. Il enlève, avec une fine aiguille de verre, l'ébauche embryonnaire de l'œil sur le cerveau d'une jeune grenouille grise (*Rana fusca*) et remarque que le cristallin ne se reforme pas du côté opéré. Au contraire, cet organe se reformerait parfaitement, dans les mêmes conditions opératoires, chez la grenouille verte (*Rana esculenta*); ici, le cristallin pourrait donc se développer sans qu'il soit besoin de faire intervenir aucun stimulus de la part de la vésicule optique.

A la suite de ces études de Speman, nous signalerons un travail de Jan Grochmalicki, qui a étudié expérimentalement la régénération du cristallin chez de jeunes Truites (*Trutta fario* et *T. iridens*). Cet auteur a trouvé que le processus de régénération commence sur le bord supérieur ou sur les côtés de l'iris, et, quoique paraissant aller beaucoup plus lentement que chez les Amphibiens, conduirait cependant à la néo-formation de l'organe dans toute son intégrité.

Le *développement de la rétine* a été suivi d'une façon complète et tout à la fois chez le Poulet et chez les Batraciens. Dans le premier type, les auteurs, A. W. Weysse et W. S. Burgess, distinguent trois périodes bien définies :

a) Période de multiplication cellulaire, qui s'étend du second au huitième jour de l'incubation;

b) Période d'organisation (*of re-adjustment*), qui va du huitième au dixième jour;

c) Période de différenciation, qui s'étend jusqu'à la fin de l'incubation.

La rétine se montre d'abord sous la forme d'une couche syncitiale, dont la plus grande partie des noyaux évolue définitivement pour former la couche des cellules ganglionnaires, alors que les noyaux les plus proches du bord externe de la rétine restent sous la forme de noyaux germinatifs; ce sont les seuls qui gardent alors le pouvoir de se diviser par karyocinèse et de faire grossir ainsi la rétine.

La différenciation de cette membrane commence au centre de la cupule rétinienne et s'étend progressivement vers les bords, là où l'on trouve seulement bientôt des figures karyocinétiques. La couche nucléaire externe représente les deux dernières générations de la division des noyaux germinatifs. Les noyaux des cellules à bâtonnets, qui sont plus nombreux que ceux des cônes, sont aussi les plus jeunes de tous ceux de la rétine; quant aux cônes et aux bâtonnets, ce sont simplement des productions cytoplasmiques, formées sans aucune participation directe des noyaux; ceux-ci restent toujours dans la première position et ne sont pas rejetés ici en dehors de la membrane limitante externe, comme cela se produit chez d'autres types.

La couche pigmentaire est une continuation directe de la rétine et, comme celle-ci, apparaît d'abord sous la forme d'une membrane syncitiale à deux couches de noyaux superposées; mais ces noyaux s'étendent peu à peu en surface, de manière à ne plus former qu'une seule couche. Ces noyaux restent toujours de la même grosseur pendant tout le temps du développement; les granules pigmentaires apparaissent dans l'intervalle et ne paraissent pas jouer le rôle de matériel nutritif.

L'étude du développement de la rétine chez les Batraciens a donné l'occasion à J. Cameron de mettre en évidence le rôle des phénomènes de tactisme dans la différenciation cellulaire. Cameron analyse d'abord la structure fine de la rétine dès les premières phases du développement, aussitôt après l'invagination du feuillet distal de la vésicule optique. Dans ce feuillet distal, il distingue quatre sortes d'éléments fondamentaux : 1° des *spongioblastes*, — qu'il ne faut pas confondre avec les cellules qui portent ce nom chez l'adulte, — dont les prolongements anastomosés forment un réseau; 2° le *myélo-spongium*. Celui-ci, sorte de squelette du feuillet rétinien, forme au niveau des surfaces interne et externe de ce feuillet les deux limitantes de la rétine. Dans les mailles de ce réseau se rencontrent deux espèces de cellules, si l'on peut ainsi appeler des éléments qui n'ont au début que leur noyau, sans corps cytoplasmique individualisé. Ces cellules sont : 3° les *cellules germinatives*, situées contre la limitante externe, et 4° les *neuroblastes*, provenant de la division des cellules ou, mieux, des noyaux germinatifs.

Un des points les plus importants que l'auteur ait mis en lumière touche à la formation des prolongements qui, sur l'adulte, caractérisent toutes ces

cellules nerveuses. Les prolongements de toutes les cellules naissent avant qu'un corps cytoplasmique soit individualisé autour des noyaux. En conséquence, on ne saurait concevoir qu'ils naissent du protoplasma : et, en effet, c'est aux dépens du noyau que vont se former les prolongements cylindre-axile ou protoplasmique des cellules de la couche ganglionnaire ou de la couche granuleuse interne, ainsi que les premiers rudiments des cônes et bâtonnets des cellules visuelles.

A cet effet, le noyau semble doué d'une fonction sécrétoire et excrète une substance achromatique spéciale, restant incolore par les procédés habituels de teinture de la chromatine, du moins à son état naissant. Cette substance représenterait la substance nucléaire achromatique qui entoure les figures karyocinétiques. Cameron donne à cette participation du noyau à l'élaboration de la cellule le nom de « *fonction achromatique* » nucléaire et pense en avoir trouvé des effets en d'autres tissus que la rétine. Au cours du développement, au fur et à mesure qu'il abandonne de cette substance, le noyau diminue. Au début, cette substance achromatique est peu visible et, par conséquent, difficile à démontrer; mais, par suite d'un phénomène de maturité parallèle au développement, ces productions d' « achromatine » deviennent faciles à caractériser.

Avant d'en arriver aux phénomènes d'histogénèse qui dépendent du chimiotactisme, je voudrais noter une remarque intéressante faite par l'auteur sur l'alternance des divisions indirectes et directes des noyaux, dans la rétine. Mitoses et amitoses se présentent successivement, ce qui montre tout d'abord que les amitoses ne sont pas le mode de division réservé aux cellules dont l'existence est brève.

Mais les mitoses ne s'observent au niveau des noyaux germinatifs que tant que ceux-ci n'ont pas montré de trace de leur fonction achromatique. Dès que celle-ci a débuté, c'est-à-dire qu'un prolongement est né à ce qui sera la cellule, le noyau perd la faculté de se diviser par karyocinèse : la division directe seule assure la multiplication. Il semble que l'on puisse en inférer que l'excrétion de la substance achromatique par le noyau lui enlève un des matériaux nécessaires au travail compliqué de la karyocinèse.

Nous arrivons maintenant au détail du mode de développement des cônes et bâtonnets.

Le premier rudiment de ces formations consiste, nous l'avons déjà vu, en « achromatine naissante », produite par les noyaux de la couche nucléaire externe.

A une certaine époque du développement, des granules vitellins qui farcissent le feuillet distal de la vésicule optique, aussi bien que les parois des vésicules cérébrales, sont ingérés par les noyaux des neuroblastes, auxquels ils servent de matériaux de nutrition. Or, la substance achromatique attaque ces granules vitellins et, par un processus de digestion, les transforme en petites vésicules claires, les « globules vitellins ».

Ceux-ci sont chassés, ainsi que nous l'allons voir, au-delà de la membrane limitante externe *et exercent alors un chimiotactisme positif* sur le pigment rétinien, de telle sorte que les cellules pigmentaires vont se développer simultanément avec les cônes et bâtonnets. Mais ces derniers, en outre, ingèrent des grains de pigment et le métabolisent en une substance très sidérophile. Cette substance, *rhodopsine* ou corps voisin, paraît se comporter comme matériel nutritif pour les bâtonnets et les cônes. En effet, ces derniers s'accroissent avec une rapidité extraordinaire dès qu'ils ont franchi la membrane limitante externe et qu'ils sont, par conséquent, en rapport avec le pigment. Les noyaux des cônes et bâtonnets continuent d'ailleurs leur apport de substance achromatique pour entretenir une ingestion permanente de pigment.

C'est, d'ailleurs, là un indice de ce qui se passe durant la vie de l'individu. La « fonction rhodopsinogène » des bâtonnets apparaîtrait ainsi comme liée à deux facteurs : les prolongements des cellules pigmentées apportant le pigment, et le noyau des bâtonnets et des cônes fournissant la substance achromatique, non seulement nécessaire, mais encore indispensable à l'existence de la fonction.

Les cônes, comme les bâtonnets, doivent leur développement précoce à l'ingestion de ce pigment; en d'autres termes, ils accomplissent la « fonction rhodopsinogène ». La signification de ce fait prend de l'importance si l'on observe que les cônes des Amphibiens représentent les premiers stades de la formation des bâtonnets, ainsi que Bernard l'a vu.

L'arrêt temporaire de développement des cônes est dû à l'arrêt de la fonction achromatique du noyau. Ainsi l'absence de ce facteur essentiel peut empêcher la continuation de la fonction rhodopsinogène. Ceci fournit l'explication de ce fait bien connu que les cônes de la grenouille adulte ne sont pas doués de la fonction rhodopsinogène.

Deux types de cônes sont facilement distinguables au cours du développement de la rétine des Amphibiens. D'abord certains, en forme de fuseaux, possèdent une fine tige; d'autres présentent une large vésicule basale. Cette dernière forme dérive du premier type par suite d'une éjection abondante et brusque d'achromatine par le noyau dans la base du cône. Ce dernier type démontre clairement la réalité de la fonction achromatique.

Les « doubles cônes » des Amphibiens sont dus

au développement côte à côte de différents types de cônes, chacun ayant maintenu son indépendance et ses caractères distinctifs.

Les « globules huileux » des cônes des Amphibiens, au sujet desquels on a tant écrit, sont simplement le reste des globules vitellins originels. En outre, le globule huileux existe à la fois dans les rudiments des cônes et des bâtonnets et, dans chacun de ces cas, il paraît disparaître en se mélangeant avec la partie claire de l'ellipsoïde. La lécithine ou quelque dérivé entre probablement largement dans sa constitution, montrant qu'il est directement dérivé du vitellus.

Les fibres du *nerf optique* proviennent du prolongement du noyau des cellules ganglionnaires et n'apparaissent que très tard en tant que couche rétinienne distincte, grâce à ce fait qu'elles sont d'abord achromatiques comme les prolongements des autres noyaux rétiniens. Elles subissent un processus de maturation, par quoi elles deviennent de plus en plus colorables et visibles, par conséquent.

La simultanéité de développement des prolongements des cellules pigmentaires et des éléments visuels est due à un chimiotactisme positif, ainsi que nous l'avons déjà dit. Ces prolongements seraient l'homologue de pseudopodes. Quant à la substance achromatique claire dans laquelle baignent les granules de pigment, elle est probablement fournie par le noyau des cellules pigmentaires rétiniennes, et ainsi elle est l'homologue des produits des autres noyaux rétiniens.

Les granulations de graisse jaune que l'on trouve dans les cellules pigmentaires des Amphibiens dérivent des globules vitellins, à l'instar des globules des cônes et bâtonnets. On en peut probablement conclure qu'ils consistent surtout en lécithine ou dérivés. Il est possible que, dans les conditions ordinaires, chez l'adulte, la lumière n'agisse pas directement sur les cellules pigmentaires. L'élongation de leurs prolongements ne se produit qu'indirectement, grâce à l'intermédiaire des éléments visuels, selon le processus suivant : la lumière stimule les cônes et les bâtonnets d'abord; leurs noyaux excités fournissent une sécrétion de substance achromatique et exercent ainsi une influence attractive sur les cellules pigmentaires; celles-ci allongent alors leurs prolongements, comme aux premiers stades du développement. Des grains de pigment sont ingérés, métabolisés en rhodopsine : les phénomènes morphologiquement appréciables de la vision sont accomplis.

La revue que nous venons de faire des derniers travaux sur l'embryologie comparée de l'œil nous ramène en quelque sorte au premier chapitre de cette revue annuelle; elle vient affirmer, en effet, cette notion d'Embryologie générale qu'au cours du développement des êtres, les éléments cellulaires en voie de différenciation réagissent fortement les uns sur les autres. La formation d'un tissu, d'un organe est sans aucun doute liée d'abord aux qualités contenues en puissance dans les cellules embryonnaires de par l'hérédité; mais ces qualités, intimement unies elles-mêmes à la constitution chimico-physique de la cellule, ont besoin, pour se manifester, d'un *quid movens* venant du monde extérieur. Et, dans la plupart des cas, ce *quid movens* réside dans la constitution chimique et physique des éléments anatomiques voisins de la cellule considérée. En d'autres termes, étant donnée une cellule, de constitution physico-chimique déterminée, un certain nombre d'agrégations moléculaires, d'adsorptions, de combinaisons sont possibles entre cette cellule et le monde extérieur. Ces possibilités sont les qualités potentielles de la cellule, héréditaires et peut-être même acquises. Telle ou telle de ces qualités potentielles se développera selon les variations du milieu extérieur.

Les recherches de Cameron sur la rétine nous fournissent un autre renseignement suggestif, concernant les fonctions et le rôle du noyau dans la vie de la cellule embryonnaire. L'action de l'achromatine nucléaire sur les granules pigmentaires des cellules à pigment de la rétine, de même que sur les grains vitellins, montre bien, en effet, que la chromatine possède des propriétés digestives, au moins dans le noyau embryonnaire et à l'état naissant; cette substance doit contenir, par conséquent, un ferment ou un préenzyme. Ce fait accroît l'intérêt des recherches de Hartog, entre autres recherches récentes, sur l'existence d'enzymes dans les tissus embryonnaires. Il semble, en outre, démontré que beaucoup de noyaux absorbent le vitellus ingéré, et, après l'avoir transformé, le mettent de côté comme chromatine nucléaire. Il semblerait donc que l'achromatine est cette part du noyau qui exerce une action digestive et ingestive sur les matériaux de nutrition, tandis que la chromatine doit être regardée comme le premier produit du métabolisme nucléaire. La chromatine nucléaire apparaît aussi comme capable de se retransformer en une substance qui, à l'état naissant, a les caractères de l'achromatine et est, sous cette forme, chassée du noyau [1].

Gustave Loisel,

Directeur du Laboratoire d'Embryologie
à l'Ecole pratique des Hautes-Etudes.

[1] L'analyse des travaux de Speman et de Cameron qui termine cette revue, a été faite par M. Paul Mulon, professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Paris.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Baire (René), *Professeur à la Faculté des Sciences de Dijon.* — **Leçons sur les Théories générales de l'Analyse.** — 2 *vol. in*-8° *de* 232 *et* 347 *pages.* (*Prix* : 20 *fr.*) *Gauthier-Villars, éditeur, Paris,* 1909.

Dans la préface de son livre, M. Baire indique le but qu'il s'est proposé : rassembler, sous la forme la plus concise, les théories qui constituent le fond commun de toutes les branches de l'Analyse mathématique. L'ouvrage ne traite donc que certains sujets généraux, mais avec toute la précision et la rigueur désirables, et en tenant compte des travaux les plus récents.

Le premier volume est réservé aux *variables réelles*; le premier chapitre est consacré aux *notions fondamentales de limite et de continuité*; M. Baire y suit le mode d'exposition qu'il avait adopté dans un ouvrage antérieur sur ce sujet (1905), en s'appuyant sur la théorie des ensembles, qui facilite et unifie beaucoup de démonstrations. L'application à la Géométrie achève de donner aux principes la rigueur nécessaire.

Dans le second chapitre : *Dérivées, différentielles* et *intégrales*, l'auteur, après avoir établi avec soin les notions de dérivée et d'intégrale, résume les principes du calcul de ces quantités, puis traite des différentielles successives à la fois pour une et plusieurs variables; il termine par la formation des équations différentielles et aux dérivées partielles, et l'intégration des différentielles totales.

Le troisième chapitre : *Application et extension de la notion d'intégrale*, débute par la mesure d'un arc de courbe, puis d'une aire plane, ce qui conduit à l'intégrale double, introduite par un procédé absolument analogue à celui qui a servi pour l'intégrale simple : d'où la règle pratique d'évaluation, établie en toute rigueur; la mesure des volumes et les intégrales triples sont présentées de la même manière. Le changement de variables dans les intégrales multiples est étudié avec grand soin, en commençant par le changement linéaire, et y ramenant le cas général. Enfin, l'aire d'une surface courbe est évaluée d'une façon très précise, d'après les travaux récents. Le chapitre se termine par les intégrales curvilignes et de surfaces, et leurs transformations en intégrales multiples, d'après Green et Stokes.

Le second volume traite d'abord des *fonctions de variables complexes*; M. Baire s'est efforcé d'y suivre une méthode d'ensemble qui fût la synthèse et non la juxtaposition des méthodes antérieures. Le chapitre IV conduit à la représentation fondamentale par une série entière d'une fonction *holomorphe*, ou ayant une dérivée; on y est conduit en établissant la formule fondamentale de Cauchy, déduite des conditions d'holomorphie par la formule de Green; cette formule est suivie de l'étude des séries de fonctions, ramenée autant que possible au cas le plus courant de convergence uniforme, dit de convergence *normale*, dans lequel les modules des termes de la série demeurent moindres que les termes de même rang d'une série convergente à termes positifs. La série de Taylor résulte ensuite de l'intégrale de Cauchy, et, après les indications nécessaires sur les pôles, points singuliers essentiels et fonctions multiformes, cette série est étendue aux fonctions de plusieurs variables.

Le chapitre suivant : *Équations différentielles*, commence par le théorème d'existence de l'intégrale d'un système différentiel ordinaire, établi à l'aide des fonctions majorantes; puis sont étudiés les cas usuels d'intégration du premier ordre, les solutions singulières, les équations et systèmes linéaires; ensuite, l'auteur traite conjointement les équations linéaires aux dérivées partielles du premier ordre et les systèmes différentiels équivalents, avec interprétation géométrique, puis les équations différentielles totales du premier ordre, et enfin l'équation générale aux dérivées partielles du premier ordre, suivant les deux méthodes des caractéristiques de Lagrange et Charpit. Pour les équations aux dérivées partielles d'ordre supérieur, M. Baire s'est contenté d'étudier complètement un exemple emprunté à la Physique : propagation d'une onde plane dans un tuyau cylindrique.

Viennent ensuite les applications géométriques : enveloppes, courbures, contacts, coordonnées curvilignes sur une surface, lignes asymptotiques, systèmes conjugués, lignes de courbure, géodésiques, systèmes triples orthogonaux : c'est une excellente introduction à l'étude approfondie de la Géométrie infinitésimale.

Enfin, le livre se termine par un résumé à la fois succinct et complet de la théorie des fonctions elliptiques, suivant le mode d'exposition de M. Weierstrass; ce résumé conduit au théorème d'addition, à l'inversion, aux applications géométriques aux courbes de genre un, et à l'équation d'Euler.

Cet excellent ouvrage, qui atteint parfaitement le but que s'est proposé l'auteur, est remarquable par la précision et par l'unité de méthode; il sera certainement très apprécié des professeurs et des étudiants de nos Facultés : en particulier, les candidats à l'agrégation y trouveront un très bon exposé des notions générales qui leur sont nécessaires.

M. Lelieuvre,
Professeur au Lycée et à l'Ecole des Sciences de Rouen.

2° Sciences physiques

Electrotechnik in Einzel-Darstellungen.

N° 10. **Wernicke** (K.), *Ingénieur.* — **Die Isoliermittel der Electrotechnik** (Les Isolants en Électrotechnique). — 1 *vol. in*-8°, *de* 184 *pages, avec* 60 *figures.* (*Prix cartonné* : 7 *fr.* 50.)

N° 11. **Natalis** (F.), *Ingénieur.* — **Die selbsttätige Regulierung der elektrischen Generatoren** (La régularisation automatique des générateurs électriques). — 1 *vol. in*-8° *de* 112 *pages avec* 75 *figures.* (*Prix* : 5 *francs.*)

F. Vieweg und Sohn, éditeurs, Braunschweig, 1909.

La collection de la maison Vieweg sur l'Electrotechnique vient de s'enrichir de deux nouveaux volumes.

L'un est consacré à la question des isolants. La connaissance de ces substances est d'autant plus nécessaire que l'Electrotechnique emploie chaque jour des tensions plus élevées. Tandis qu'on a trouvé dans le cuivre, pour la *transmission* du courant électrique, un excellent matériel dont les propriétés sont bien connues et susceptibles d'une mesure exacte, les nombreuses substances, naturelles et artificielles, qui sont employées à l'*isolement* du courant ne remplissent jamais qu'une partie des conditions exigées; les conditions d'application ne peuvent en être calculées à l'avance, et elles doivent d'abord être soumises à des essais comparatifs.

Les conditions principales que doit remplir un bon isolant sont les suivantes : 1° une résistance suffisante au passage de l'électricité; 2° une hygroscopicité aussi

faible que possible; 3° une bonne résistance au feu; 4° une durée prolongée; 5° une bonne résistance mécanique.

L'auteur décrit les méthodes employées pour l'essai des isolants à ces cinq points de vue. Il passe ensuite en revue les isolants les plus couramment employés dans la pratique et en donne les propriétés et le mode d'emploi. Il termine par quelques considérations sur les isolateurs des conduites aériennes à haute tension.

L'autre ouvrage que nous avons à signaler traite de la régularisation automatique des générateurs électriques. Celle-ci peut être obtenue soit par des moyens électrodynamiques (compoundage), soit par des appareils régulateurs électriques automatiques, qui influent du dehors sur l'excitation des générateurs et s'adaptent à la tension du réseau. C'est de ces derniers que l'auteur s'occupe. Il décrit les diverses espèces de régulateurs lents, puis il accorde une attention spéciale aux régulateurs rapides, entrés depuis peu dans la pratique et dont le mode d'action n'est pas encore complètement éclairci. Il termine par l'étude du compoundage artificiel des générateurs ainsi que des installations nécessaires pour la régularisation automatique des machines et des stations centrales entières marchant en parallèle.

Trillat (A.). — **L'Aldéhyde acétique dans le Vin : son origine et ses effets.** — 1 *broch. in-8° avec planches.* Extrait des *Annales de l'Institut Pasteur, t. XXII. Masson et Cie, éditeurs. Paris*, 1908.

La composition chimique du vin nous est encore fort médiocrement connue. C'est à peine si nous savons doser la moitié en poids des substances qui constituent l'extrait sec. Quant à la partie volatile, formée principalement d'eau et d'alcool, le travail de M. Trillat nous en montre la complexité réelle. Cette complexité résulte des altérations de l'alcool en dilution, sous l'influence prolongée de l'air et des microbes. L'auteur étudie l'action des produits dérivés sur les principes fixes du vin, notamment sur la matière colorante. Dans un travail antérieur (1891), il avait déjà signalé la combinaison que forme la formaldéhyde avec cette matière, et M. Martinand (1898) avait montré que les aldéhydes du vin jouissent de la même propriété. Il rapproche de ces faits le phénomène de la casse des vins, qui reçoit ainsi sa première explication scientifique. Le nouveau travail de M. Trillat est le développement expérimental de cette thèse. Il constate que la formation d'aldéhyde acétique aux dépens de l'alcool est un phénomène qui se produit régulièrement dans les manipulations de cave que subit le vin : l'aération, l'agitation, la présence de levures et de mycodermes, même des traces de fer, favorisent la production d'aldéhyde. Ces mêmes modifications se produisent aussi avec de simples mélanges d'eau et d'alcool. Chacun de ces facteurs a été l'objet d'expériences précises et méthodiques, résumées dans des tableaux synoptiques.

Les proportions d'aldéhyde qui entrent en réaction sont extrêmement petites; aussi a-t-il fallu mettre au point des procédés de dosage permettant de déterminer avec certitude la présence de quelques milligrammes par litre. L'aldéhyde, corps non saturé, est remarquable par son aptitude à se combiner à elle-même, et aux divers corps en présence. L'auteur nous la montre se combinant aux alcools pour former les acétals, qui agissent comme l'aldéhyde, mais plus lentement. Par sa transformation en acide acétique, elle occasionne la formation d'éther acétique. Réaction remarquable entre toutes, quand on réfléchit que la présence de l'eau est un obstacle formidable à cette transformation. 200 milligrammes d'acide sont en présence de 100 centimètres cubes d'alcool, délayé dans 900 centimètres cubes d'eau.

Si les forces chimiques étaient seules en jeu, la proportion d'éther acétique formée serait insignifiante; mais la présence de mycodermes et de levures la favorise. L'oxydation de l'alcool fournit ainsi successivement l'aldéhyde, les acétals, l'éther acétique, qui sont des produits odorants. Avec Berthelot, l'auteur attribue à leur présence le bouquet des vins et des eaux-de-vie. Nous admettons l'explication pour ces dernières, ainsi que pour tous les mélanges d'eau et d'alcool. Mais, pour les vins, il y a encore d'autres facteurs. Certes, les produits de l'oxydation de l'alcool contribuent au bouquet des vins vieux. Mais ils n'en constituent pas la caractéristique. L'arome spécial du fruit, et surtout les parfums qui naissent pendant la fermentation, par l'action des levures anthogènes sur les substances anthophores propres aux cépages, jouent ici le premier rôle. A ces substances-là, l'air et l'oxydation consécutive sont plutôt nuisibles. — Dans la suite de son travail, M. Trillat montre une relation possible entre la présence d'aldéhyde et l'*amertume des vins*. Cette dernière est concomitante de la présence simultanée d'aldéhyde, qui est normale, et de celle de l'ammoniaque, qui ne l'est pas. Les sels ammoniacaux, même en milieu acide, agissant sur l'aldéhyde forment des résines jaunes de couleur et amères de goût. Ces produits passent même à la distillation et l'auteur indique le moyen d'empêcher cette amertume des vins de se communiquer aux eaux-de-vie qui en dérivent. Ce sont là des faits nouveaux et d'un grand intérêt.

L'action des produits volatils des vins sur les produits fixes est étudiée avec détails. C'est l'influence des aldéhydes et des acétals sur les troubles qui se produisent souvent dans des vins blancs et des vins rouges qui attire surtout l'attention. Elle est la cause des dépôts qui se forment dans les vins. Tout ce qui favorise la formation de l'aldéhyde favorise la formation des dépôts, et la casse des vins en est la conséquence. Les dépôts renferment de l'aldéhyde combinée. L'étude des moyens d'empêcher cette casse présente donc un double intérêt, à la fois scientifique et pratique. La conclusion de cette remarquable étude est fort simple : plus un vin est riche en alcool, en glycérine, en acide, et même en sucre, moins il est exposé à la casse, conclusion qui est en accord parfait avec l'expérience de tous les jours.

Il est un moyen d'empêcher la « casse », qui a été indiqué par M. Bouffard, et dont il convient de dire deux mots. On connaît, par les travaux de M. Gabriel Bertrand, le rôle des oxydases comme transmetteurs d'oxygène, et, par ceux de M. Laborde, l'origine de ces oxydases dans les vins. M. Bouffard recommande l'addition d'acide sulfureux; le moyen est efficace et très employé. L'emploi, qui en est fort ancien, est toléré, entre certaines limites, par toutes les législations. M. Trillat a forcément rencontré cet acide dans ses études. Et ce qu'il en dit est digne d'attention. M. Mathieu a constaté que l'acide sulfureux *favorise* les oxydations, et M. Trillat confirme cette observation. Or, l'acide sulfureux est lui-même avide d'oxygène, et agit souvent comme protecteur contre l'oxydation. Comment faut-il comprendre son action? Sans doute agit-il par sa combinaison avec l'aldéhyde. C'est le propre des travaux du genre de ceux que nous analysons, qui expliquent tant d'accidents connus, et dont les conséquences pour la pratique sont si importantes, d'être toujours suggestifs. On voudrait en savoir davantage. Le rôle de l'acide sulfureux demande à être éclairci. Quand on chauffe un vin au contact de l'air, il prend un goût spécial. La pratique de la pasteurisation nous a appris que la présence d'un peu d'acide sulfureux empêche cette tare de se produire. L'acide sulfureux a-t-il empêché l'oxydation, ou bien s'est-il combiné avec l'aldéhyde formée pendant la chauffe? Quelle est, d'autre part, la relation entre le goût de madère et la présence de l'aldéhyde dans les vins? Voici quelques-unes des questions qui sont suggérées par l'étude du travail si profond que nous venons d'analyser, questions dont il permet d'entrevoir la solution. Le vin est un produit en perpétuelle transformation, comme

le sont les êtres vivants. Il a ses années de jeunesse et d'adolescence. Il arrive à son apogée, puis il perd peu à peu ses belles qualités; il connaît la vieillesse et la décadence finale.

L'oxygène de l'air et les microbes sont de grands facteurs de cette transformation. Pour en étudier le mécanisme avec fruit, il fallait un chimiste doublé d'un bactériologiste.

Cette étude sur la formation de l'aldéhyde et de son action sur les vins nous donne la clef d'un ensemble de transformations qui conduisent le vin ou à sa perfection ou à sa perte finale. C'est dire la haute valeur scientifique et pratique du travail de M. Trillat.

G. Rosenstiehl,
Professeur au Conservatoire national des Arts et Métiers.

3° Sciences naturelles

Choffat (Paul). — **Essai sur la Tectonique de la chaîne de l'Arrabida.** — 1 *vol. in-4° de* 89 *pages, avec* 10 *planches* (*cartes géologiques, coupes et vues photographiques*). *Commission du Service géologique du Portugal. Lisbonne*, 1908.

Jusqu'à présent, M. Choffat s'était surtout fait connaître comme stratigraphe et paléontologiste; son nouvel ouvrage nous révèle en lui un tectonicien de mérite. En effet, le petit massif de l'Arrabida, situé au sud du Tage, présente des dislocations très complexes, d'autant plus difficiles à analyser que les diverses formations intéressées accusent de fréquentes variations de facies. Il importait donc de nous apprendre tout d'abord la constitution de ces formations sédimentaires; c'est ce que n'a pas manqué de faire M. Choffat. Une quarantaine de pages sont donc consacrées à une description précise du Jurassique, du Crétacé, de l'Oligocène, du Miocène et du Pliocène qui entrent dans la constitution du massif considéré.

La seconde partie du Mémoire traite des dislocations du sol. La petite chaîne de l'Arrabida est coupée abruptement, à l'Ouest et au Sud, par l'Océan qui atteint très vite de grandes profondeurs; d'où l'on peut inférer qu'une partie de la chaîne s'est effondrée sous la mer. Cette chaîne est formée par trois lignes de dislocations orientées à peu près de l'Ouest à l'Est et se succédant en retrait du SO au NE. Les dislocations de la deuxième et de la troisième ligne sont des plis renversés vers le Sud, n'empiétant que faiblement sur la ligne précédente. En outre, l'extrémité de la dernière ligne est recouverte par une écaille de Miocène ayant chevauché horizontalement sur les strates redressées des terrains plus anciens.

Ces lignes de dislocations longitudinales sont de beaucoup les plus importantes, mais les accidents transversaux sont nombreux et variés : déviations brusques des strates, failles transversales avec rejets verticaux, décrochements horizontaux. De plus, les émissions de roches éruptives sont en rapport avec ces dislocations transversales.

Les mouvements qui ont affecté la chaîne de l'Arrabida datent de plusieurs époques. Ainsi, la fin du Lusitanien fut marquée par un exhaussement de la contrée; il y eut aussi un mouvement à la fin du Portlandien. Un plissement bien plus important se produisit pendant l'époque helvétienne, mais celui qui donna aux strates leur disposition actuelle est postérieur au Tortonien, du moins pour le troisième chaînon. D'une façon générale, l'étirement des strates et leur chevauchement sont d'autant plus accentués que les plis sont plus récents.

On peut se demander pourquoi la chaîne de l'Arrabida présente des plis aussi accentués, tandis que les plis de la région mésozoïque au nord du Tage ne sont que de faibles ondulations. Il est vraisemblable que ces plis se sont butés contre un obstacle qui est actuellement recouvert par l'Atlantique, mais dont il reste des témoins dans les îlots dévoniens situés entre Palma et Santa Suzanna, sur le prolongement d'une ligne de hauteurs relatives qui se trouve peut-être en connection avec la ligne de hauts fonds s'étendant jusqu'à l'île de Madère.

Telles sont les conclusions de cet important Mémoire, qui sera d'autant mieux accueilli que c'est la première étude de détail que nous possédions sur la tectonique du Portugal. J'ajoute qu'en certains points la complication est extrême; mais les bonnes cartes géologiques, à grande échelle, que M. Choffat a annexées à son ouvrage, permettent de suivre sans peine les descriptions. Celles-ci sont encore rendues plus claires par de belles vues photographiques coloriées d'après les teintes conventionnelles, qui montrent immédiatement l'allure des couches.

L. Pervinquière,
Chef des Travaux du Laboratoire de Géologie à la Sorbonne.

Ducomet, *Docteur ès Sciences, Professeur à l'Ecole nationale d'Agriculture de Rennes.* — **Pathologie végétale : Maladies parasitaires. Champignons. Bactéries.** — 1 *vol. in-12 de l'Encyclopédie de l'Agriculture et des Sciences agricoles.* (*Prix* : 3 *fr.*) *Ch. Amat, éditeur. Paris*, 1909.

Ce livre, dont on regrette les proportions trop modestes, se signale dès l'abord par l'esprit philosophique dans lequel il est conçu. Ce n'est point une énumération sèche de nos connaissances sur le sujet, mais une synthèse qui les groupe en les coordonnant. L'auteur, en même temps qu'il traite des maladies des plantes, esquisse un intéressant traité de Biologie des Champignons parasites.

On remarque une grande analogie entre le plan adopté et celui que suivent les traités de Pathologie humaine. La chose nous paraît tout à fait rationnelle : l'idée de se servir, dans les études de Pathologie végétale, de la méthode employée et de l'expérience acquise en Pathologie humaine vient naturellement à l'esprit, mais il y a mérite à ceux qui, les premiers, entrent dans cette voie. Il fallait aussi, pour qu'un tel essai fût tenté, que les progrès de la Pathologie végétale fussent assez avancés pour qu'elle se mît à un niveau pas trop éloigné de sa sœur aînée. L'auteur met la question au point et le tableau qu'il trace permet de repérer exactement les routes bien connues et celles qui se dessinent à peine. Son livre facilitera les recherches nouvelles dans cette voie d'études.

Le plan de l'ouvrage est conforme aux tendances nouvelles, et plus scientifiques, des études de Pathologie végétale, tendances sur lesquelles nous souhaitons que le livre de M. Ducomet exerce une action efficace. « Le problème de la préservation se complique, dit-il, car, dans chaque cas, l'étude de l'agent infectieux doit marcher de pair avec l'étude de l'organisme parasité considéré en lui-même et dans ses rapports avec le milieu physico-chimique. »

Les grandes lignes du plan de l'ouvrage, que nous allons retracer, permettront de juger de l'esprit original qui a présidé à son élaboration.

L'auteur rappelle, dans une introduction, les grandes étapes de l'histoire de la Pathologie végétale. Il fait ressortir ici, comme d'ailleurs dans le cours de l'ouvrage, l'influence considérable du milieu, soit externe, soit interne, sur le développement des maladies parasitaires. Beaucoup de maladies, dites parasitaires, ne se manifestent que parce que des perturbations physiologiques préalables ont causé l'affaiblissement de la plante, qui, sans cela, eût efficacement résisté à l'action de l'organisme étranger. « Plus les observations et expériences se multiplient, plus il apparaît comme certain que le développement des maladies dépend autant de la constitution de la plante, de son état de santé initiale, de sa prédisposition à l'envahissement, que de la présence du parasite. »

Dans les différents chapitres, les sujets suivants sont abordés :

I. *Parasitisme et saprophytisme, commensalisme et symbiose. Les faux parasites.*

II. *Les champignons parasites. Ectophytes et entophytes, pénétration et progression.* (Rappelons, à ce propos, que M. Ducomet publiait récemment un important travail sur les entophytes à thalle subcuticulaire.) Action du parasite sur les tissus : membrane et contenu.

Le champignon agit sur la membrane par l'intermédiaire de diastases qu'il sécrète; mais peu d'études ont été faites à ce propos, sauf en ce qui concerne la membrane lignifiée, où Czapek a mis en évidence la disjonction de son « hadromal » sous l'influence du champignon, et la membrane cutinisée, sur laquelle M. Ducomet a fait porter ses propres investigations.

Nos connaissances ne sont guère plus avancées en ce qui concerne l'action du champignon sur le contenu cellulaire. Le chercheur a, dans cette voie, un vaste champ d'exploration ouvert devant lui, et nous pensons que l'étude du parasitisme doit être basée sur une connaissance précise de la Cytologie pathologique. Il faudra aborder ces recherches avec tes les ressources, actuellement considérables, de la technique cytologique, afin de suivre les modifications éprouvées par les divers éléments différenciés de la cellule : noyau, etc., et produits multiples de sécrétion sous l'influence du parasite. Ce sont là des recherches délicates, mais qu'il est nécessaire d'aborder pour connaître, d'une façon moins superficielle, les effets des parasites et les moyens de lutter contre eux. C'est ainsi que les questions de parasitisme et réaction, hypertrophie, hyperplasie, métamorphose, défense, que l'auteur expose suivant l'état des connaissances actuelles, pourront prendre un essor nouveau.

L'auteur traite encore, dans ce chapitre, des questions de propagation : végétative ou par spores, et de l'hibernation.

III. *De la prédisposition aux maladies.* Comme nous le faisions remarquer, avec l'auteur, au début de cet article, l'apparition et le développement d'une maladie parasitaire dépendent, non seulement de l'existence du parasite, mais encore de l'état de réceptivité de la plante. Ce chapitre intéressant est divisé de la façon suivante : Influence de l'âge, de l'état de la végétation, de la vigueur, de l'état des surfaces, de la composition chimique des tissus. Influence du milieu extérieur : sol, eau, aliment, température, blessures et piqûres d'insectes, parasitisme, monophytisme et polyphytisme, mélanges culturaux. Types résistants et types sensibles. De l'hérédité en Pathologie.

IV. *Considérations générales sur l'apparition, l'extension et l'aggravation des maladies cryptogamiques.* L'auteur fait ressortir ce fait, si intéressant à noter, que des champignons habituellement non parasites peuvent, par suite de circonstances accidentelles qui les mettent en rapport avec des plantes en état d'infériorité, passer insensiblement, par adaptation progressive, à la vie parasitaire, et provoquer des maladies jusque-là inconnues.

V. *De la lutte contre les maladies.* L'auteur donne les bases scientifiques, non seulement des méthodes appliquées depuis longtemps par l'empirisme, mais encore de celles qui sont appelées à leur être substituées, parce qu'elles sont plus rationnelles :

A. *Méthodes générales de préservation.* Alimentation et suralimentation. Alternance des cultures. Mélanges culturaux. Culture des types résistants et sélection. Traitement des blessures. Destruction des plantes malades et traitements d'extinction. Désinfection du sol. Chirurgie végétale. Introduction de toxiques. Culture atténuée et sérothérapie : l'auteur rappelle, à ce propos, que nous avons été le premier à faire des expériences dans cette voie nouvelle avec le *Botrytis cinerea* et la maladie de la Toile. Obligé de suspendre nos recherches dans cette direction, nous regrettons qu'elles n'aient point encore provoqué d'études analogues.

B. *Les anticryptogamiques et la lutte directe.*

C. *Les préparations anticryptogamiques.* Ces questions, dont l'application est plus immédiate, sont traitées au point de vue pratique, mais toujours avec esprit critique.

VI. *Étude des principales maladies cryptogamiques et de leur traitement.* Dans ce chapitre, l'auteur groupe les champignons dans l'ordre botanique, les décrit brièvement et fait aux cas particuliers l'application des données générales exposées aux précédents chapitres.

VII. *Maladies bactériennes.*

VIII. *Méthodes à suivre dans l'étude des maladies et de leur traitement.* L'auteur donne des indications sur la technique à suivre pour reconnaître le parasite dans une plante malade, pour vérifier le parasitisme par des infections artificielles, pour le cultiver sur différents milieux afin de suivre son évolution. Il rappelle enfin que les moyens de protection et de défense (prophylaxie et lutte directe) doivent être basés sur la biologie du parasite considéré en lui-même et dans ses rapports avec le milieu.

La richesse de ce plan fait regretter que l'auteur ait dû se mouvoir dans le cadre restreint d'un in-12, de 300 pages. Sans doute, l'exposé est souvent bien bref et pourra paraître touffu à l'étudiant débutant livré à lui-même. Il est des paragraphes qui se ressentent de quelque imprécision; mais, de cela, l'auteur n'est pas toujours responsable, car il ressort de la lecture même de son travail que la Pathologie végétale, quoique entrée dans une voie nettement scientifique, est encore dans la période de formation.

Beaucoup de titres de chapitres du livre de M. Ducomet pourraient s'inscrire en tête de longs et beaux travaux de recherches. C'est donc, en même temps qu'un ouvrage de mise au point, un travail évocateur d'idées. Nous souhaitons qu'il soit lu, non seulement par les étudiants et les agronomes, mais encore par les chercheurs et par ceux qu'intéressent les questions de Biologie générale.

J. Beauverie,
Chargé d'un Cours de Botanique agricole à l'Université de Lyon.

4° Sciences médicales

Cauchois (Dr Albert), *Ancien Interne lauréat des Hôpitaux de Paris, Prosecteur à la Faculté de Médecine.* — **Traitement chirurgical actuel des Kystes hydatiques du Foie et de leurs complications.** — *1 vol. in-8° de 163 pages. Steinheil, éditeur. Paris,* 1909.

Le travail de M. Albert Cauchois est une excellente mise au point de la question du traitement chirurgical des kystes hydatiques du foie

De nos jours, la méthode qui tend à rallier tous les suffrages est la réduction, dans l'abdomen, du kyste suturé, sans drainage.

Le premier temps consiste dans l'incision de la paroi abdominale. Puis, arrivé sur le kyste, on pratique la ponction évacuatrice du contenu kystique On injecte ensuite dans la cavité une solution formolée à 1 °/₀ qu'on laisse pendant cinq minutes; cette injection est destinée à tuer tous les germes hydatiques et à empêcher l'éclosion ultérieure de l'échinococcose secondaire post-opératoire. On évacue la solution formolée, on nettoie la cavité kystique de son contenu, membrane fertile, vésicules filles, sable hydatique; ceci fait, on suture les deux lèvres de l'ouverture de la poche kystique, et, par mesure de prudence, on fixe les fils extrêmes de cette suture à la paroi abdominale que l'on ferme. Cette fixation de la suture kystique à la paroi est destinée à permettre un accès facile vers le kyste, s'il était le siège d'un épanchement séreux ou bilieux.

Cette méthode opératoire a donné les meilleurs résultats entre les mains du Professeur Quénu, à l'hôpital Cochin.

Quand le kyste hydatique est suppuré, il sera sage de recourir à la marsupialisation, c'est-à-dire qu'on fixe l'ouverture du kyste aux lèvres de l'incision abdominale, de façon à assurer une évacuation facile et complète du liquide purulent.

Dr P. Desfosses.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 1er Mars 1909.

1° Sciences mathématiques. — **M. Léon Autonne** présente ses recherches sur la fonction monogène d'une variable hypercomplexe dans un groupe commutatif.

2° Sciences physiques. — **M. H. Arctowski** a reconnu que les variations arctiques ont une influence incomparablement plus grande que celles des régions désertiques ou océaniques et continentales sur les phénomènes d'ordre climatologique et océanographique. — **M. L. Teisserenc de Bort** montre que l'arrêt de la décroissance de la température à une certaine hauteur, faisant place à un régime où la température présente de petites inflexions dans des sens différents, mais oscille autour de l'isothermie, est un phénomène absolument général sur tout le globe ; la zone de transition est située en moyenne à une plus grande hauteur dans les maxima barométriques que dans les aires de basses pressions. — **M. J. Becquerel** estime que les effets observés par M. A. Dufour dans les tubes à gaz raréfié sont différents des siens et n'infirment, par conséquent, pas l'hypothèse des électrons positifs qu'il a émise pour expliquer ses propres expériences. — **M. A. Leduc** montre, contrairement à l'opinion de plusieurs auteurs, que la méthode des volumes moléculaires permet de déterminer les poids atomiques avec une grande précision et qu'il importe peu qu'on opère sur des gaz quasi-permanents (Az, CO...) ou très faciles à liquéfier (AzO^2, SO^2). — **M. D. Gernez** a constaté que, lorsqu'un corps composé résulte de l'union directe de deux corps dissous, sa solution conserve les mêmes propriétés quand on l'examine immédiatement après le mélange des deux solutions et après avoir fait cristalliser le composé formé. — **M. C. Matignon** a déterminé la courbe de fusibilité du système $NaCl + H^2O$; le point de solidification est de — 21°,3. Il en résulte qu'on ne peut pas faire fondre la neige par addition de sel marin au-dessous de — 21°. Le chlorure de calcium peut faire fondre la neige jusqu'à — 55°. — **MM. L. Lematte** et **A. Savès** ont déterminé les constantes physiques (densité, point cryoscopique, réfraction) de quelques peptones trypsiques et donnent des formules reliant ces constantes à la concentration de la solution. — **MM. A. Besson** et **L. Fournier**, en faisant réagir HCl sec sur Si amorphe, ont isolé deux composés SiH^3Cl et SiH^2Cl^2, liquides incolores très mobiles, distillant vers — 10° et + 12°. — **M. M. Delépine**, par l'action de H^2SO^4 bouillant sur un chloroiridate ou un chloroiridite en présence de sulfate d'ammonium, a obtenu deux sels verts : $HO(H^2O)Ir(SO^4)^2(AzH^4)^{0,5}H^{1,5}$ et $HO(H^2O)Ir(SO^4)^2(AzH^4)^{1,5}H^{0,5}$; leur solution, traitée par AzH^3, fournit un sel brun $Ir(OH)^2(SO^4)^2(AzH^4)^{7/3}H^{2/3}$. — **M. G. Charpy** a constaté que CO, à 1.000°, est à peu près sans action sur le cobalt, tandis qu'il oxyde le nickel et le chrome avec dépôt de charbon. — **M. B. Delachanal** a déterminé les gaz occlus contenus dans quelques métaux usuels : Al, Mg, Zn, Sn, Pt, platine iridié ; ce sont : H, CO, CH^4 et Az. — **MM. A. Guyot** et **G. Esteva**, en condensant les hydrocarbures aromatiques avec les éthers mésoxaliques en présence d'H^2SO^4, ont obtenu un mélange d'éthers aryltartroniques et diarylmaloniques $R.C(OH)(CO^2R')^2$ et $R^2C(CO^2R')^2$. — **M. A. Kling**, en faisant réagir la semicarbazide sur le chloral, a obtenu la semicarbazide de l'hydrate de chloral, F.90° ; avec l'aldéhyde dichlorée, il se forme la semicarbazone. — **M. A. Berg** a déterminé cryoscopiquement le poids moléculaire de divers dérivés de l'élatérine, ce qui le conduit à admettre pour ce corps la formule $C^{28}H^{38}O^7$. — **M. G. Denigès** est parvenu à déceler de très petites quantités de glycérine en l'oxydant par l'eau bromée en dioxyacétone et utilisant les réactions très sensibles de ce dernier corps. — **Mme Z. Gatin-Gruzewska** a étudié la transformation de l'amylopectine et de l'amylose par les diastases et H^2O^2 ; pour la première, l'attaque des micelles paraît simultanée, tandis que pour le second elle est successive. Les deux substances passent par le stade dextrine. — **M. A. Gascard** a constaté que les échantillons de lait bichromaté conservés à la lumière prennent une teinte verte et changent de composition.

3° Sciences naturelles. — **MM. V. Busquet** et **H. Pachon** montrent qu'il existe, entre le citrate trisodique et le calcium, un antagonisme qui se manifeste avec netteté dans le fonctionnement du cœur et de l'appareil nerveux modérateur cardiaque ; cet antagonisme est de nature chimique. — **MM. V. Henri** et **G. Stodel** ont réalisé une stérilisation complète du lait par l'action des rayons ultra-violets (fournis par une lampe à mercure), sans avoir une élévation notable de la température. — **M. A. Billon-Daguerre** demande l'ouverture d'un pli cacheté, déposé le 7 janvier 1907, dans lequel il annonce avoir stérilisé le lait, à froid et à distance, par l'action des rayons violets et ultra-violets et des radiations invisibles. — **M. L. Faurot** a reconnu que les cloisons calcaires des *Hexacorallia* se bifurquent comme celles des *Tetracorallia*. — **M. M. Molliard** a produit expérimentalement des tubercules blancs et noirs à partir de graines de radis rose en les cultivant dans des milieux renfermant des proportions différentes de glucose. — **M. G. Fabre** a étudié la structure interne de l'ancien volcan d'Eglazines (Aveyron), qui fit explosion à l'époque quaternaire dans l'axe même du canon du Tarn, en permettant à la rivière de mettre à nu son appareil interne. — **M. Welsch** a constaté que la côte du Poitou a subi dans le dernier siècle des modifications tenant à la formation de languettes de sable en relation avec les lois générales des mouvements de l'atmosphère et qui se retrouvent sur tout le littoral est de l'Atlantique.

Séance du 8 Mars 1909.

1° Sciences mathématiques. — **M. S. Carrus** étudie les systèmes conjugués admettant une ou deux familles de lignes d'intersection planes. — **M. Th. de Donder** présente une généralisation du théorème de Poisson. — **M. E. Goursat** étudie certains systèmes d'équations différentielles linéaires qui sont identiques à leur adjoint. — **M. P. Boutroux** présente ses recherches sur les intégrales multiformes des équations différentielles algébriques.

2° Sciences physiques. — **M. A. Dufour** communique de nouvelles expériences démontrant que le faisceau observé par M. J. Becquerel dans les tubes à vide est dû à un afflux secondaire prolongé par un faisceau-canal. — **M. J. Thovert** a réalisé un dispositif spectrophotométrique à champ unichrome en limitant le faisceau émergent d'un spectroscope par une fente conjuguée de la fente collimatrice et en séparant sur deux portions contiguës du champ les éclairements provenant de deux sources distinctes. — **M. Eug. Bloch** a reconnu que l'eau et les solutions aqueuses ne sont pas photoélectriques lorsque leur surface est parfaitement propre; mais la moindre trace d'impureté provoque l'effet photo-électrique. — **M. M. Chanoz** montre que le phénomène électrique qui apparaît dans une chaîne symétrique de dissolutions aqueuses d'électrolytes ayant un ion commun, traversée par le courant continu, résulte

d'une dissymétrie engendrée par le courant et consistant en des variations inverses des concentrations aux deux contacts liquides. — M. G. Reboul a constaté que, quand une goutte de mercure se forme, il y a production, dans le gaz environnant, de charges positives et négatives, faciles à mettre en évidence en opérant dans l'air raréfié. — M. La Rosa a séparé, du charbon de sucre placé dans l'arc électrique oscillant, des parcelles lourdes, cristallisées, rayant le rubis. — M. H. Pécheux a observé que la présence de Fe et Si relève la résistivité d'Al et que le coefficient de température principal est d'autant plus élevé que la teneur de l'Al en impuretés est plus grande. — M. G. Bruhat a fait une série de mesures du coefficient de diffusion de l'émanation de l'actinium dans l'air, dans CO^2 et H. Il en déduit pour poids moléculaire de l'émanation la valeur 70 environ. — M. R. Marcelin a étudié la cristallisation spontanée de divers liquides surfondus; il l'explique par la présence de poussières en suspension se coagulant ou se dissolvant pendant la fusion et sur lesquelles se formeraient les germes de cristallisation. — M. H. Copaux montre que les métatungstates doivent répondre à la formule $(3H^2O.\ 24TuO^3)\ 6M^2O + aq$. Il a obtenu un métatungstate de K de cette formule, isomorphe avec le boro- et le silicotungstate, et comme eux doués du pouvoir rotatoire. — M. P. Jolibois a préparé le corps Sn^4P^2 pur et cristallisé; il n'y a pas lieu de considérer les composés Sn^5P^3, Sn^4P, Sn^3P^2, SnP et SnP^2 comme des composés définis; enfin, l'auteur a confirmé l'existence de SnP^3. — M. Delachanal a chauffé un verre à vitre de fabrication ancienne, devenu violet sous l'action des rayons solaires. Il s'en est dégagé des gaz : CO^2, O, Az, puis une série de sublimés : chlorures et sulfates alcalins, acide arsénieux. — M. M. Hanriot propose une nouvelle méthode pour déterminer la constitution des sucres. Il suffit de les combiner au chloral et d'examiner le chloralose obtenu ou son produit d'oxydation, l'acide chloralique. — M. Alb. Colson a constaté que le benzoate de méthyle est décomposé à 330° en CO^2 et un carbure; de même le salicylate de méthyle est décomposé en CO^2 et anisol. — MM. Ph. Barbier et V. Grignard, en chauffant l'acide pinonique avec Br, ont obtenu, par perte d'H et H^2O, l'acide diméthyl-1 : 3-phénylacétique-4, F. 102°. — M. A. Béhal montre qu'il est possible d'obtenir et peut-être de préparer des anhydrides d'acides cycliques et ces acides eux-mêmes à partir des dérivés trihalogénés sur un même atome de carbone, par l'action de l'acide acétique. — MM. A. Muntz et E. Lainé ont étudié le rôle des fosses septiques dans l'épuration biologique de l'eau d'égout. Dans leurs expériences, le travail de dissolution et de gazéification a été très réduit : le séjour dans les fosses s'est borné à opérer une décantation des matières en suspension et une transformation des deux tiers de l'Az des matières organiques en Az ammoniacal.

3° Sciences naturelles. — MM. A. Calmette et C. Guérin montrent qu'une partie des bacilles tuberculeux introduits dans la circulation peut être éliminée par la glande hépatique et évacuée avec la bile dans l'intestin; la bile modifiant l'enveloppe cirro-graisseuse des bacilles et facilitant leur absorption par la muqueuse intestinale saine, les sujets sont exposés à des réinfections. — MM. J. Courmont et Th. Nogier ont constaté que les rayons émis par la lampe en quartz à vapeurs de mercure ont une action atténuante certaine, mais très légère et lente, sur la toxine tétanique. — M. E. Doumer a observé que la température périphérique s'abaisse de 0°,2 à 0°,9 pendant la durée de la d'arsonvalisation; ensuite, l'abaissement peut se maintenir, ou bien la température peut remonter d'un demi-degré au-dessus de la normale. — M. H. Guilleminot a déterminé expérimentalement les doses efficaces de rayonnement X retenues par les divers tissus de l'organisme. — MM. Cl. Regaud et M. Favre ont mis en évidence, dans les fibres musculaires striées, des grains et filaments interstitiels, appartenant au groupe des mitochondries de Benda et qui paraissent jouer un rôle trophique. — M. A. Lécaillon montre que le testicule de la taupe, après la période de reproduction, reprend une structure qui est exactement celle qu'a un testicule de jeune mammifère bien avant la puberté. — M. E. Fauré-Frémiet estime que la structure granuleuse du macronucléus dépend de la structure du milieu et serait de nature physico-chimique. — M. P. Vuillemin a constaté que, chez le *Phlox subulata*, les fleurs à 6 pétales sont habituelles quand la végétation manque de vigueur, tandis que les fleurs terminales tétramères et latérales heptamères sont habituelles quand la floraison présente une grande intensité. — M. J. Dareste de la Chavanne a constaté la présence de l'étage danien, sous la forme d'un horizon fossilifère à Echinides, au nord de la vallée de la Seybouse (Algérie). — M. R. Legendre a étudié les variations physico-chimiques (température, densité et oxygénation) de l'eau de mer littorale à Concarneau.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 2 Mars 1909.

M. P. Strauss est élu membre associé libre de l'Académie.

MM. A. Chantemesse et F. Borel étudient le nouveau chemin de fer du Hedjaz, destiné au transport des pèlerins musulmans, au point de vue sanitaire international. Pour arrêter la propagation du choléra, au cas où une épidémie se déclarerait aux lieux saints, on a prévu l'installation d'un lazaret à Tebuk, à mi-chemin entre Médine et Damas; mais il est à craindre que cette unique barrière ne soit quelque peu fragile et qu'une nouvelle voie ne vienne s'ajouter à celles par lesquelles les épidémies de choléra de l'Orient se transmettent déjà en Europe. — M. F. Raymond communique ses recherches sur l'affection connue sous le nom d'atrophie héréditaire de la papille; il s'agit d'une cécité partielle, dépendant d'une lésion du faisceau maculo-papillaire de la rétine. Elle se montre le plus souvent entre 18 et 25 ans; elle est toujours le produit de l'hérédité atavique directe ou collatérale, c'est-à-dire qu'elle se transmet des grands-parents aux petits-fils ou d'un oncle au neveu. Arrivée à son état stationnaire, après une évolution de courte durée, il est rare qu'elle parvienne jusqu'à l'amaurose. Grâce à la vision excentrique que les malades gardent à des degrés divers et peuvent même développer, quelques-uns continuent à se conduire seuls et peuvent exécuter certains travaux.

Séance du 9 Mars 1909.

M. A. Netter a étudié l'épidémie de méningite cérébrospinale qui s'est déclarée récemment à Paris et dans les environs, en particulier à Saint-Denis, aux alentours du Pont de Soissons, où plusieurs enfants fréquentant l'école ont été atteints. La contagion se fait surtout par l'intermédiaire du mucus nasal et pharyngé, où l'on a retrouvé des diplocoques de Weichselbaum. Il y aurait lieu de faire l'examen du mucus nasal des enfants de l'école, de façon à en écarter les porteurs de méningocoques. On possède heureusement dans le sérum antiméningococcique un agent de grande valeur pour le traitement de cette affection; il faut l'injecter dans la cavité rachidienne, l'employer autant que possible à doses élevées et renouveler l'injection plusieurs jours de suite. — M. le Dr Blondel lit un travail sur les propriétés physiologiques et thérapeutiques du sérum de lait. — M. A. Trillat donne lecture d'un travail sur les théories miasmatiques et les idées actuelles.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 27 Février 1909.

MM. de Beurmann, Gougerot et Vaucher ont reproduit chez le chat nouveau-né ou le très jeune chat,

par injection de *Sporotrichum Beurmanni*, toutes les formes de sporotrichose humaine et animale, depuis la septicémie suraiguë jusqu'aux gommes chroniques curables. — Mlle **L. Chevroton** décrit un dispositif nouveau pour la chronophotographie microscopique. — M. **P. Portier** a reconnu que la larve du Dytique injecte les autres larves dont elle se nourrit avec un liquide noirâtre qui en solubilise de proche en proche tous les tissus, et qu'elle aspire ensuite par les canaux capillaires de ses crochets. — MM. **P. Emile-Weil** et **Boyé** ont préparé des extraits desséchés de têtes de sangsues, qui se conservent bien et ont une action physiologique constante. — M. **G. Seillière** a déterminé la composition des concrétions pierreuses de la poire; elles sont riches en pentosanes et doivent être considérées comme une sorte d'ébauche de noyau. — MM. **J.-E. Abelous** et **E. Bardier** ont constaté que l'urohypertensine est une amine complexe dans la constitution de laquelle figure probablement un groupement identique ou analogue à la triméthylamine. — M. **P. Delanoë** a observé que le sérum des cobayes fortement anaphylactisés contre le bacille d'Eberth est doué à la fois d'une propriété préventive et d'une propriété favorisante pour les cobayes neufs, la première se manifestant à dose faible et la seconde à doses fortes. — M. **E. Maurel** montre qu'il est logique d'assimiler l'action de nos déplacements rapides dans une atmosphère calme à celle des vents de même vitesse. Les dépenses de l'organisme sont également augmentées par le fait de la radiation. — M. **A. Policard** a étudié certaines formations (filaments et grains) de la cellule hépatique de la grenouille qui se colorent en noir par la méthode de Cl. Regaud. — Mmes **M. Lapicque** et **J. Weill** ont constaté que la bobine d'induction permet de suivre, au moins en première approximation, les variations de la vitesse d'excitation des muscles. — M. **L. Lutz** a reconnu que les différents produits retirés du persil possèdent, en injections intra-veineuses, un pouvoir toxique à peu près analogue; ils provoquent une diminution de la pression, avec ralentissement des contractions cardiaques et augmentation de leur amplitude.

Séance du 6 Mars 1909.

MM. **de Beurmann, Gougerot** et **Vaucher** ont constaté que la sporotrichose expérimentale du chat reproduit plusieurs des formes de la sporotrichose humaine; elle réalise dans tous ses détails la plus fréquente d'entre elles : la sporotrichose gommeuse disséminée. — M. **F. Battelli** et Mlle **L. Stern** montrent que les substances qui interviennent dans la respiration accessoire des tissus animaux (celle qui reste constante longtemps après la mort) sont solubles dans l'eau et détruites par l'ébullition. — M. **P. Remlinger** a constaté que l'inoculation sous-cutanée de substance nerveuse normale ne confère pas au sérum sanguin du mouton des propriétés antirabiques. — M. **A. Gouget** a reconnu que le sérum de lapins ayant reçu plusieurs injections d'adrénaline est doué de propriétés athéromatogènes, bien qu'on n'y décèle pas d'adrénaline. — M. **J. Bridré** a observé chez un rat un sarcome du foie renfermant un kyste à cysticerque. — M. **P. Chausse** montre que le processus de la caséification tuberculeuse consiste : 1° en une dégénérescence granulo-graisseuse; 2° en la fragmentation des noyaux dont les débris restent longtemps visibles et colorables; 3° en la fusion des produits gras et protéiformes dérivés de la destruction cellulaire. — M. **P. Portier** a reconnu que les larves de Dytique accumulent dans un cæcum le liquide digestif qui sert à la digestion de leurs proies; ce liquide est noirâtre et paraît renfermer une trypsine et une tyrosinase. — MM. **M. Garnier** et **L. G. Simon** ont observé qu'à la suite des ulcérations de l'estomac dues à un caustique les microbes passent dans le sang porte, mais sont arrêtés par le foie; si l'ulcération est la conséquence d'un empoisonnement, ils franchissent la barrière hépatique et infectent la grande circulation. — MM. **H. Busquet** et **V. Pachon** montrent que les solutions de phosphates di- et trisodiques exercent leur toxicité vis-à-vis du cœur isolé par un mécanisme décalcifiant; lorsqu'elles contiennent de faibles doses de Ca dissous en présence de CO^2, elles permettent un fonctionnement cardiaque énergique et régulier. — MM. **S. Bonnamour** et **L. Thévenot** ont observé que des injections sous-cutanées de toxine diphtérique active, même très diluée, ont une action nettement favorisante sur la production de l'athérome expérimental avec l'adrénaline. — M. **P. Delanoë** a reconnu que ni l'hypothèse de l'embolie par amas d'agglutination, ni celle de la destruction des globules rouges, ni celle de la bactériolyse ne suffisent à expliquer les troubles de l'hypersensibilité typhique. — M. **N. Fiessinger** a étudié les dégénérescences de la cellule hépatique au cours de certaines intoxications brutales chez les Batraciens. — M. **M. Doyon** a constaté que l'atropine et la peptone déterminent respectivement une certaine immunité l'une contre l'autre au point de vue de leur pouvoir de rendre le sang incoagulable. — M. **H. Triboulet** apprécie la fonction biliaire, chez les nourrissons, par diverses réactions colorées données par les selles.

RÉUNION BIOLOGIQUE DE NANCY

Séance du 16 Février 1909.

MM. **R. Collin** et **A. Harter** ont examiné une tumeur du ventricule moyen du cerveau, qui leur paraît être un neuroglíome ganglionnaire; elle dériverait de l'évolution, à un moment donné, de neuroblastes restés sous-épendymaires. — MM. **A. Harter** et **Gruyer** ont observé, chez deux cobayes atteints de sporotrichose expérimentale, de nombreux nodules actinomycosiques, qui paraissent être des formes de résistance. — MM. **Simon** et **Hanns** ont recherché les anticorps tuberculeux dans le sérum de malades atteints de tuberculose par la méthode de la déviation du complément; le résultat a été positif dans 18 cas sur 24. — M. **Th. Guilloz** montre que les divers tissus vivants réagissent aux différents procédés d'altération physique et chimique, indépendamment de la nature de l'altérant ou du caustique. — Le même auteur décrit un procédé de répartition proportionnelle de la lumière sur une surface sans appareil optique. — MM. **M. Lucien** et **J. Parisot** ont reconnu que la thymectomie ne s'accompagne pas d'hypertrophie de la thyroïde.

RÉUNION BIOLOGIQUE DE MARSEILLE

Séance du 19 Janvier 1909.

MM. **C. Gerber** et **G. Daumézon** ont constaté que les Ascidies qui sont soumises à des variations de température ont une présure beaucoup plus résistante que celles qui vivent à température constante. — MM. **Alezais** et **Peyron** ont étudié les premiers stades des lésions dans les tumeurs des glandes salivaires; c'est aux canaux des glandes qu'est dévolu le rôle prépondérant dans l'édification des formations épithéliales de leurs tumeurs. Les glandes salivaires sont susceptibles d'édifier, aux dépens de leur épithélium propre, des formations malpighiennes embryonnaires ou adultes.

RÉUNION BIOLOGIQUE DE BORDEAUX

Séance du 2 Février 1909.

MM. **J. Bergonié** et **L. Tribondeau** montrent que la fulguration constitue un moyen précieux de parachever une extirpation chirurgicale en détruisant tous les éléments cellulaires sur une grande surface. — Les mêmes auteurs ont reconnu que les cellules nerveuses, les fibres et les muscles sont réfractaires aux rayons X. — M. **A. Le Dantec** indique deux procédés pour obtenir des cultures d'amibes et d'anguillules pour les travaux pratiques de laboratoire. — M. **J. Sabrazès** signale un cas d'actinomycose nodulaire de la paume de la main développée autour d'une écharde de bois.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 19 Février 1909.

M. J. Perrin : *Sur la prétendue anomalie des vitesses de cristallisation.* Si l'on place dans un bain de température fixe un tube étroit et mince rempli d'un liquide surfondu, et si l'on ensemence ce liquide avec un germe cristallin, on voit la cristallisation progresser dans le tube avec une vitesse constante qu'il est aisé de mesurer. C'est la *vitesse de cristallisation* à la température définie par le bain. Evidemment nulle à la température de la fusion, cette vitesse grandit avec la surfusion, et lui est à peu près proportionnelle jusqu'à une surfusion de 15° ou 20° (Gernez). Mais, dès qu'on a réussi à obtenir de plus fortes surfusions, on s'est aperçu que l'allure du phénomène change bientôt complètement : la vitesse de cristallisation croît de plus en plus lentement, passe par un maximum très allongé, qui s'étend sur un intervalle d'une cinquantaine de degrés, et redevient pratiquement nulle à très basse température (Tammann). Tous les auteurs qui ont écrit sur la question ont regardé cette loi comme une exception curieuse à la loi générale de Mécanique chimique d'après laquelle toute réaction devient de plus en plus lente à mesure que la température s'abaisse, et cela de façon à peu près exponentielle; un intervalle d'une dizaine de degrés suffit fréquemment pour que la vitesse tombe à la moitié de sa valeur. Un examen plus attentif de la question montre, au contraire, que l'influence de la température sur la vitesse de cristallisation, loin d'être anormale, est une conséquence nécessaire de la loi générale qu'on vient de rappeler. La cristallisation doit être regardée comme somme algébrique de deux phénomènes inverses, qui s'équilibrent exactement à la température de fusion. A chaque instant, des molécules se fixent contre le cristal, mais à chaque instant aussi d'autres molécules l'abandonnent. Chacun de ces deux phénomènes tend vers zéro quand la température décroît; leur différence, qui est la vitesse de cristallisation observée, nulle au point de fusion, doit donc grandir d'abord, passer par un maximum et tendre vers zéro. — **M. G. Lippmann** expose le principe d'*un sismographe enregistrant l'accélération absolue des tremblements de terre.* Il rappelle que, dans les sismographes en usage, la courbe inscrite représente un mouvement relatif, le mouvement du sol par rapport à un pendule qui oscille. On sait qu'en appelant u l'élongation d'un pendule par rapport au sol, u' et u'' la dérivée première de cette quantité, on a, quand le sol est immobile : (1) $u'' + au' + bu = 0$, équation différentielle du mouvement d'un pendule amorti Quand le sol est en mouvement, avec l'accélération x'', M. Lippmann a montré que l'on a : (2) $u'' + au' + bu = -x''$. Cette équation montre que, si l'on réalise un appareil qui inscrive à chaque instant la valeur du premier membre, il inscrira par cela même l'accélération x'' du mouvement sismique. On peut réaliser le terme en u en munissant le pendule d'une lentille qui projette sur un papier sensible l'image d'un point lumineux I. Ce point I lui-même est l'index d'un galvanomètre qui reçoit un courant fonction linéaire de u' et de u''. Le pendule porte, à cet effet, un aimant qui produit dans des bobines fixes des forces électromotrices induites du premier et du second ordre, proportionnelles à u' et à u'', et intercalées dans le circuit du galvanomètre. En déplaçant les bobines, on peut amener les coefficients de u, u' et u'' à être proportionnels à ceux du trinome $u'' + au' + bu$. On vérifie que ce réglage est atteint par l'expérience suivante : la terre étant immobile, et le pendule oscillant librement, le point lumineux projeté sur la surface sensible doit demeurer immobile en raison de l'équation (1). Dès lors, les indications enregistrées sont indépendantes du mouvement propre du pendule. — **M. Devaux-Charbonnel** : *La photographie de la parole. Application à la téléphonie.* La pratique journalière montre que le téléphone reproduit fidèlement la voix humaine, avec ses différentes qualités. D'autre part, l'oscillographe Blondel, du modèle bifilaire, a une sensibilité de l'ordre du milliampère. Il est donc facile, en introduisant un oscillographe dans un circuit microphonique, de photographier le courant, et ces photographies seront la reproduction des syllabes prononcées. On dispose ainsi d'un moyen commode d'étudier la voix humaine. Ce procédé a été appliqué tout d'abord à l'étude des voyelles. *Voyelles.* Les tracés des différentes voyelles sont toujours les mêmes si l'on a soin de les prononcer de la même manière, ce qui est assez difficile, notamment pour les voyelles très sonores A et O. Les tracés de différentes personnes présentent naturellement des particularités caractéristiques. Les différents microphones donnent les mêmes tracés; cependant, ceux pour lesquels une pression brusque sur la plaque produit une augmentation de résistance (pupitres horizontaux) offrent des tracés inverses de ceux pour lesquels le même phénomène cause une diminution de résistance (cas le plus général). Les tracés obtenus montrent une périodicité très régulière, correspondant à la hauteur de la note sur laquelle on parle. Ils ne renferment donc qu'un son fondamental, compliqué d'harmoniques, mais il ne paraît pas y exister de vibrations propres, provenant du mouvement de la plaque microphonique ou de tout autre phénomène étranger à la voix. On ne trouve pas non plus, dans le tracé des différentes voyelles, la présence d'une note fixe et caractéristique d'une *vocable*, comme on l'a appelée souvent. Mais on y voit des harmoniques qui sont jusqu'à six fois plus intenses que le son fondamental. Dans l'A dominent le 4e et le 6e harmoniques, le 3e et le 5e dans l'O, le 8e dans l'E muet, le 2e et le 12e dans l'E accentué, le 2e et le 9e dans l'U, le 2e et le 13e dans l'I. *Syllabes.* L'étude des syllabes permet de constater que les consonnes déforment le tracé des voyelles. Certaines même ont un tracé nettement distinct. On ne peut émettre plus de 10 syllabes par seconde; on en émet généralement 5. Chaque syllabe se compose de 30 à 40 vibrations complètes. Le commencement et la fin des syllabes sont modifiés par les consonnes, mais cette modification ne s'étend que sur 4 à 5 périodes, de sorte que, dans une syllabe, il y a toujours 20 à 30 vibrations régulières qui correspondent à la voyelle. *Application à la téléphonie.* En se plaçant au point de vue spécial de la téléphonie, on peut admettre que le courant téléphonique se compose surtout de courants d'une périodicité régulière dont le régime dure une vingtaine de périodes. On peut donc appliquer à ce courant les procédés de calcul des courants périodiques sinusoïdaux, ce qui permet de résoudre ou d'étudier commodément un grand nombre de problèmes. Il n'est même pas utile de considérer toutes les fréquences qui entrent dans la composition de la voix. Les harmoniques élevés, de l'ordre de 4 à 6, sont les plus importants. Ce sont ceux qui sont indispensables pour que la parole soit comprise, et finalement les fréquences voisines de 1000 sont celles qui doivent entrer en ligne de compte. — **M. de Proszynski** : *Mouvements de précision à grande vitesse. Démonstration d'un nouveau système de cinématographe.* L'auteur tient à prouver qu'en construisant des appareils de précision fonctionnant avec une grande vitesse, il est très utile de recourir chaque fois à une minutieuse analyse théorique, ce qu'on néglige généralement en croyant obtenir la précision de fonctionnement par une exécution soigneuse. Grâce à cette analyse, on peut construire des mécanismes avec peu de précision, c'est-à-dire peu coûteux, en obtenant néanmoins le fonctionnement très exact; de plus, l'exactitude ne se perd plus par usure du mécanisme. L'exemple présenté à la Société est celui d'un cinématographe, résultat des recherches de plusieurs années. L'auteur a obtenu les résultats suivants : 1° La vitesse de déplacement est très grande, permettant les stationnements relativement longs devant l'objectif et

annulant les scintillements provenant des obturations trop rapides de la lumière. Malgré cela, la pellicule n'est attaquée qu'avec douceur. 2° La stabilité verticale est presque parfaite, bien que la pellicule ne soit serrée dans l'ouverture que juste ce qui est nécessaire pour la mettre à plat. Dans les appareils en usage, le serrage est, au contraire, très fort. 3° Le bruit de l'appareil est minime, malgré la vitesse considérable de déplacement (1/150 de seconde pour remplacer une image par une autre) et bien que l'accélération puisse atteindre 2.000 mètres. Les combinaisons mécaniques essentielles sont les suivantes : 1° Celle qui déplace la pellicule. Une bielle commandée par une manivelle est attachée à un bras oscillant. L'extrémité de la bielle décrit une courbe spéciale et porte des griffes qui entraînent la pellicule. Le parcours de celle-ci est presque rectiligne; 2° Le système, reposant aussi sur l'emploi de mouvements exclusivement circulaires, qui sert à faire varier la vitesse de rotation de la manivelle, de manière que celle-ci soit très réduite au moment de l'attaque de la pellicule pour ne pas détériorer la bande, et réduite aussi à la fin du parcours pour assurer la stabilité de l'image. La manivelle a, pendant un demi-tour, une vitesse beaucoup plus grande que pendant le second, ce qui imprime à la pellicule une vitesse d'ensemble suffisante. Ces résultats ont été obtenus en plaçant sur une bague, qui décrit un cercle, un goujon qui sert d'intermédiaire entre l'axe de la manivelle et un autre axe qui tourne uniformément et qui est l'axe moteur.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE FRANCE

Séance du 26 Février 1909.

M. P. Nicolardot indique les résultats obtenus dans une première étude de l'action du protochlorure de soufre sur les métalloïdes et sur les métaux seuls; le soufre, le phosphore, l'arsenic, l'antimoine, l'étain, le fer, l'aluminium et le mercure sont nettement attaqués. Le chlorure de soufre paraît agir comme le ferait l'acide chlorhydrique. L'auteur se propose d'éclaircir complètement le mécanisme de ces réactions. — En commun avec **M. Krell**, il a cherché à séparer le plomb de l'antimoine par une méthode rapide, qui évite surtout de passer par les sulfosels. La détermination de la teneur en antimoine par la densité n'est pas toujours exacte. Les alliages sont attaqués par l'acide nitrique étendu; l'oxyde d'antimoine est insolubilisé par dessiccation et chauffage à 200°. Dans ces conditions, le nitrate de plomb reste soluble et tout l'oxyde d'antimoine est insolubilisé. Par filtration dans des cylindres en terre poreuse, on retient tout l'oxyde d'antimoine et on le réduit par l'hydrogène pour le peser. — **MM. Berger** et **G. Darzens** présentent une préparation pratique des dérivés β-halogénés du naphtalène, qui consiste à traiter le β-naphtol sodé par les chlorures et bromures de phosphore. Les composés trihalogénés fournissent les meilleurs rendements : 49 °/₀ pour le naphtalène chloré, 38 °/₀ pour le naphtalène bromé. — **M. L.-J. Simon** expose à la Société ses idées sur l'application de la loi de Petit et Dulong à la détermination des poids atomiques des éléments. — **M. J. Pastureau** a fait agir l'eau oxygénée sur la glycérine en présence de sulfate ferreux, suivant la méthode de Fenton et Jackson; il a constaté que, dans cette oxydation, il ne se fait ni aldéhyde glycérique ni dioxyacétone : la glycérine est intégralement transformée en formol et en acide formique. Après la réaction, le mélange a été distillé sous pression réduite. Le liquide distillé, très acide, a été neutralisé par la litharge à l'ébullition et filtré. Par refroidissement, on obtient une abondante cristallisation de formiate de plomb. Les eaux-mères ont été distillées à nouveau. Le liquide obtenu présente toutes les propriétés des solutions de formol. Le résidu de la distillation sous pression réduite, qui contient encore de la glycérine, traité à nouveau par l'eau oxygénée, donne encore du formol et de l'acide formique, jusqu'à épuisement de la glycérine. En faisant varier la concentration, la réaction se fait de la même façon et les produits obtenus sont les mêmes. — **MM. R. Lespieau** et **J. Dupont** font remarquer qu'ils ont indiqué, le 23 novembre 1907 (*Bull. Soc. ch.*, 1908, p. 4), la préparation de la diméthyline du glycol $CH^3OH.C{\equiv}C.CH^2OH$, que **M. D. Gauthier** décrit dans sa thèse de doctorat soutenue le 26 février 1909 à Paris. Ils n'ont point publié la suite des recherches qu'ils ont faites à cette époque sur cet éther, mais ils en extraient ceci : les points d'ébullition de la diméthyline acétylénique et de son dibromure sont bien ceux indiqués par **M. Gauthier**; mais le dibromure n'est pas liquide : il fond de 32°,5 à 33°5. La bromuration, faite à — 8° à l'obscurité en solution chloroformique, fournit les cristaux par évaporation du solvant; effectuée à 25° au soleil, elle fournit un liquide, mais, par addition d'un des cristaux précédents, ce liquide se prend presque totalement en masse. Il serait intéressant de voir si le dibromure de **M. Gauthier** est en surfusion ou s'il constitue un stéréo-isomère du corps fondant à 33°. Ce dernier, projeté dans le brome humide en plein soleil, fournit une certaine quantité d'acide dibromomaléique.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Séance du 18 Février 1909.

M. F. S. Kipping a constaté que l'oxyde de *dl*-sulfobenzyléthylpropylsilicyle peut être résolu par la *d* ou la *l*-méthylhydrindamine ; mais la *dl*-méthylhydrindamine ne peut être résolue à l'aide de l'oxyde de *d*-sulfobenzyléthylpropylsilicyle. L'acide *dl*-mandélique et l'hydrindamine présentent les mêmes phénomènes. — **M. P. C. Ray**, en chauffant dans le vide une solution de nitrite d'ammonium à 37°-40°, a observé une faible décomposition en H^2O et Az^2, tandis que la plus grande partie du sel cristallise. En chauffant à 70°, la décomposition continue lentement et la majeure partie du sel sublime. — **M. H. Hibbert** a déterminé les dérivés hydroxylés en présence d'autres composés organiques, tels que cétones, éthers, nitriles, au moyen du réactif de Grignard en excès. Si la quantité de réactif est insuffisante, la quantité de CH^4 dégagée dépend des masses relatives des corps et des vitesses de réaction. En prenant le même composé hydroxylé et des quantités équimoléculaires de diverses cétones, on pourra mesurer les vitesses de réaction relatives des cétones vis-à-vis du réactif, et par conséquent leur affinité chimique. — **MM. E. Wedekind** et **S. J. Lewis** ont constaté que le chlore gazeux préparé en faisant tomber des gouttes d'HCl concentré sur des cristaux de permanganate de potassium est exempt d'impuretés. D'après **M. Scott**, les réactions dont les précédents auteurs ont fait usage sont insuffisantes pour justifier leurs conclusions. — **M. J. Thomas** montre que les acides sulfiniques aromatiques forment des sels ferriques insolubles dans l'eau et les acides minéraux ; cette propriété peut être avantageusement employée à leur isolement du milieu où ils se forment. — **MM. E. Wedekind** et **S. J. Lewis** ont cherché à déterminer les impuretés du zirconium métallique. Le métal libre est séparé de l'oxyde à l'état de tétrachlorure par combustion dans Cl pur; l'Az est déterminé par une méthode analogue à celle de Kjeldahl, le C par combustion dans l'oxygène à basse pression. — **MM. J. G. M. Dunlop** et **H. O. Jones**, en faisant réagir 2 mol. gr. de monométhylaniline sur 1 mol. gr. de bibromure d'éthylène, ont obtenu la diphénylpipérazine, F. 163° ; avec 4 mol. gr. du premier corps, il se forme la diphényldiméthyléthylènediamine, F. 47°. — **MM. A. Senier** et **F. G. Shepheard** ont préparé la salicylidène-*m*-toluidine, qui présente de la phototropie ; jaune pâle, elle devient orange sombre à la lumière du soleil, pour reprendre la couleur jaune pâle à l'obscurité. — **MM. S. Ruhemann** et **J. G. Priestley**, en condensant le sodiocarbamate avec le phénylpropiolate d'éthyle,

ont obtenu le phénylpropiolylcarbamate d'éthyle. Le phénylthiocarbimide réagit avec le sodiocarbamate d'éthyle pour donner le carboxyéthylphénylthiocarbimide et l'acide anhydrodiphényldithiobiuret-carboxylique. — M. S. J. M. Auld a réalisé la synthèse asymétrique de la *d*-benzaldéhyde-cyanohydrine sous l'influence de l'émulsine à partir des composants.

SOCIÉTÉ ANGLAISE DE CHIMIE INDUSTRIELLE

SECTION DE LONDRES

Séance du 4 Janvier 1909.

MM. B. F. Howard et O. Chick présentent leurs *recherches sur la cinchonamine et certains autres alcaloïdes rares*. Le chlorhydrate de cinchonamine est un excellent réactif pour les nitrates, le nitrate de cinchonamine étant insoluble ; il peut servir à la détermination de tous les nitrates, excepté de ceux des métaux qui donnent des chlorures et oxychlorures insolubles. La méthode est aussi exacte que celle du nitromètre et d'application plus facile. La cinchonamine répond à la formule $C^{19}H^{22}Az^2O$ et ne renferme pas de groupe méthoxyle ; $[\alpha]_D = +120°$. La quinicine $C^{20}H^{24}Az^2O^2$ renferme un groupe méthoxyle ; $[\alpha]_D = +38°40'$. La concusconine $C^{23}H^{26}Az^2O^4$ renferme deux groupes méthoxyle, $[\alpha]_D = +19°34'$. La cupréine $C^{19}H^{22}Az^2O^2$ ne contient pas de groupe méthoxyle ; $[\alpha]_D = -163°45'$. — MM. W. P. Dreaper et A. Wilson poursuivent l'étude des réactions entre les fibres et les couleurs. Leurs expériences montrent que des couleurs comme le méthylorange et la benzopurpurine 4B sont présentes sur la fibre dans un état indéfini. L'équilibre qui s'établit entre les fibres animales et la couleur est troublé par les variations de température ; les réactions sont réversibles. Elles dépendent de la concentration des solutions acides dans le cas des fibres animales. — MM. S. B. Schryver et R. Lessing décrivent une *méthode physico-chimique pour comparer la valeur antiseptique des désinfectants*. L'étendue des transformations chimiques produites dans un substratum par l'infection bactérienne peut être considérée comme une mesure de la vigueur de la culture. En introduisant des substances nuisibles aux bactéries, la croissance de la culture peut être empêchée ou retardée. Le principe de la méthode des auteurs repose essentiellement sur la mesure de l'inhibition produite par l'addition de quantités variables d'antiseptiques à un milieu infecté et la comparaison de ces quantités avec celles de phénol ou d'un autre désinfectant-étalon qui produisent le même effet. Parmi les changements chimiques produits par les bactéries, les auteurs ont choisi la dégradation des protéines, et ils les déterminent par la mesure de la conductivité électrolytique, qui augmente régulièrement avec la décomposition des protéines.

Séance du 1er Février 1909.

Sir F. L. Nathan étudie la *fabrication du coton-poudre*. Après un historique de cet explosif, il recherche d'abord quelle est la meilleure matière première à employer. Les déchets des filatures de coton présentent le plus d'avantages; ensuite viennent les déchets de coton ordinaires. Pour la nitration, le procédé par déplacement, employé à l'usine anglaise de Waltham Abbey, est de beaucoup préférable au procédé originel d'Abel ou au procédé d'immersion directe et au procédé de nitration par centrifugation. La purification et la stabilisation du coton-poudre s'obtiennent par une série d'ébullitions avec un liquide alcalin, dont la durée va en diminuant, et dont les trois premières sont séparées par un lavage à l'eau froide. L'auteur décrit encore quelques manipulations accessoires.

SECTION DE MANCHESTER

Séance du 8 Janvier 1909.

M. S. H. Higgins a déterminé la *relation entre l'absorption d'humidité et des matières colorantes par les fibres textiles*. Il a reconnu qu'après soixante-douze heures les quantités de colorants et d'humidité absorbées par divers échantillons de fibres sont pratiquement constantes; toutefois, l'absorption d'humidité est plus irrégulière que celle des colorants. L'absorption de l'iode et de l'humidité par le coton présente les mêmes caractères. — Mlle E. Hibbert décrit une *méthode volumétrique pour la détermination du titane et pour celle du titane et du fer en présence l'un de l'autre*. Elle est basée sur la réduction du bleu de méthylène par le chlorure titaneux, qui permet de déceler 0,00001 gramme de métal. Si le titane est à l'état titanique, on le réduit à l'état titaneux par Zn + HCl. Le chlorure ferreux ne réduisant pas le bleu de méthylène, on peut titrer le titane en présence de fer; on titre le fer à part, à l'état ferrique, par réduction avec le chlorure titaneux. — Le même auteur décrit encore une *méthode volumétrique pour la détermination du cuivre et du chrome et pour celle du cuivre, du chrome et du fer en mélange*. Le cuivre à l'état de sulfate cuprique et le chrome à l'état de bichromate sont titrés par le chlorure titaneux, ce qui donne la somme des deux métaux. Puis le cuivre est titré seul par $TiCl^3$, après réduction du bichromate par SO^2, ou bien Cu est éliminé par H^2S, Cr est réoxydé en bichromate et titré par le chlorure titaneux. S'il y a du fer, l'auteur arrive à analyser le mélange au moyen de trois opérations, dont l'une donne Cu, Cr et Fe, la seconde Fe, la troisième Cu et Fe.

SECTION DE LA NOUVELLE-ANGLETERRE

Séance du 8 Janvier 1909.

M. M. L. Griffin étudie la question de l'échantillonnage au point de vue mathématique. Il arrive à la conclusion que, si le chimiste est au courant de son métier et de l'histoire du produit qu'il manipule, le nombre des échantillons prélevés peut être très limité, quelquefois 10, rarement plus de 20 ou 25. Mais, si le chimiste manque de savoir et d'habileté, le prélèvement d'un nombre d'échantillons même très grand ne donnera pas des résultats exacts.

ACADÉMIE ROYALE DES LINCEI

Séances de Janvier et de Février 1909.

1° Sciences mathématiques. — M. L. Bianchi : Sur un cas limite des transformations des surfaces applicables aux quadriques. — M. V. Volterra : Sur les équations intégro-différentielles. — M. T. Levi-Civita : Sur les actions mécaniques dues à un flux filiforme d'électricité. Théorie asymptotique des radiations électriques. — M. P. Pizzetti : Sur la moyenne des valeurs que prend une fonction des points de l'espace à la surface d'une sphère. — M. E. Levi s'occupe d'une propriété caractéristique des fonctions harmoniques. — M. E. Bianchi présente quelques observations sur le terme z de Kimura dans la variation des latitudes. — M. C. Burali-Forti présente de nouvelles expressions absolues des courbures en un point d'une surface. — M. G. Sannia : Doubles systèmes de lignes de la sphère, images d'asymptotiques. Sur quelques enveloppements de ∞^3 sphères. — M. L. Tonelli : Sur la série de Dirichlet.

2° Sciences physiques. — M. Q. Majorana décrit les appareils qu'il a imaginés pour les transmissions téléphoniques sans fil, et les expériences qu'il a exécutées avec ces appareils. De ces expériences, il est résulté toujours que la parole articulée arrive même à une distance supérieure à 400 kilomètres avec son timbre parfaitement inaltéré, ce qui démontre que toutes les périodes acoustiques qui s'y trouvent sont transmises,

par les ondes électromagnétiques, avec une atténuation constante. — M. **L. Amaduzzi** a entrepris quelques mesures de dispersion électrique en relation avec les mesures de pression atmosphérique, dans des lieux où l'air pouvait librement recevoir les matériaux radio-actifs provenant du sol avec les gaz naturels. — M. **M. La Rosa** étudie quelques nouveaux faits relatifs à la vision des yeux astigmatiques et normaux, et en donne l'explication; ces faits consistent dans des variations qui s'observent dans les dimensions et la distance des objets lorsqu'on les observe en inclinant la tête de côté jusqu'à ce que les deux lignes visuelles se trouvent dans un plan vertical. — M. **E. Drago** a fait des recherches expérimentales sur la mesure de la variation de ténacité du fer dans le champ magnétique. — M. **D. Pacini** étudie l'intensité des radiations pénétrantes capables d'ioniser un gaz renfermé dans un récipient métallique et produites par des causes externes, et la variation de cette intensité avec le temps; il a cherché, en outre, à établir s'il existe quelque lien entre ce phénomène et les autres phénomènes connus de l'atmosphère. — M. **E. Paterno** donne quelques notes préliminaires sur de nombreuses synthèses de substances organiques qu'il a obtenues à l'aide de la lumière. — MM. **G. Körner** et **A. Contardi** décrivent l'action de l'hypochlorite de calcium sur la métanitroaniline. — M. **A. Contardi** indique une méthode simple et nouvelle d'extraction d'un composé phosphoré (phytine) qui se trouve dans les plantes; le matériel qui a servi pour cette extraction a été la balle du riz. — M. **G. Rosati** transmet une étude cristallographique de la nitrodesmotroposantonine et de la β-propyl-naphtylcétone. — M. **G. Poma** : Equilibre entre le chlorure cuivreux et le chlorure cuprique en solution chlorhydrique. — Sur la constitution des chlorosels cuivreux-cupriques. — MM. **A. Borgo** et **M. Amadori** ont déterminé la grandeur moléculaire du soufre dissous dans le bromoforme.

3° Sciences naturelles. — M. **E. Artini** transmet la description d'un nouveau minéral découvert dans un gisement amiantifère du Val Malenco; à ce minéral, qui est un carbonate ultra basique et hydraté, et se présente sous forme de lamelles couleur de rose semblables à celles du mica, a été donné le nom de « brugnatellite ». — M. **Repossi** étudie la formation schisto-bitumeuse de Besano, en Lombardie, où l'on a repris des travaux de fouilles sur le prolongement de la formation en territoire suisse; ces travaux sont exécutés pour extraire du schiste le produit pharmaceutique connu sous le nom d'ichtyol. — M. **F. Zambonini** s'occupe encore de la constitution des zéolithes. — M. **F. Millosevich** communique ses recherches sur les cristaux d'*andesine* qui se trouvent dans un conglomérat polygénique formé en grande partie d'éléments d'origine volcanique. — M. **R. Almagià** décrit quelques phénomènes d'érosion rapide qu'il a pu observer dans les formations pliocènes de la vallée du Tronto — M. **E. Oddone** a cherché à déterminer, à l'aide d'un calcul provisoire, la profondeur de l'hypocentre du tremblement de terre de la Calabre et de la Sicile, du 28 décembre 1908; appliquant la méthode nouvelle proposée par M. Kövesligethy, les calculs donnent une profondeur de 9 kilomètres. — Mc **B. Bonfigli** présente ses observations sur le *Phylloxera quercus* Boyer. — M. **F. Silvestri** transmet la description préliminaire de plusieurs Arthropodes, en grande partie d'Amérique. — M. **U. Cerletti** a découvert, dans l'écorce cérébrale de quelques malades décédés à la suite de fièvres paludéennes, des proliférations dans les vaisseaux sanguins et il en donne une description détaillée et des dessins. — M. **V. Nazari** a fait des expériences pour déterminer la quantité de semence que l'on doit employer pour la culture du blé; la quantité qui, dans les conditions des expériences, a donné le plus grand rendement économique oscille entre 114 et 152 litres par hectare.

Ernesto Mancini.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE VIENNE

Séance du 21 Janvier 1909.

1° Sciences physiques. — MM. **R. Kremann** et **A. Zitek** ont étudié au point de vue de la loi des phases la préparation du « salpètre de conversion » d'après l'équation : $2NaAzO^3 + K^2CO^3 = 2KAzO^3 + Na^2CO^3$. Ils montrent qu'au point de vue technique, le mieux est de mélanger des quantités de $NaAzO^3$, de K^2CO^3 et d'eau telles que, après dépôt de $KAzO^3$, la solution restante soit encore saturée en Na^2CO^3 et en sel double $Na^2CO^3.K^2CO^3.6H^2O$. De cette eau-mère, on peut retirer Na^2CO^3 par addition de $NaAzO^3$ jusqu'à saturation. A 25°, le rendement est meilleur qu'à 10°. — M. **F. von Hemmelmayr** a étudié l'action du Br sur l'acide gentisique (2 : 5-dioxybenzoïque). Suivant les proportions de Br, on obtient de l'acide monobromogentisique ou du bromanile, mais pas de produits bi- ou tribromés. L'acide monobromogentisique, chauffé avec l'eau à 160°, perd CO^2 et forme de la bromohydroquinone. L'acide gentisique est oxydé par $HAzO^3$ avec formation d'un produit mononitré, qui n'a pu être isolé, et surtout d'acide oxalique.

2° Sciences naturelles. — MM. **K. Linsbauer** et **E. Abramovicz** ont étudié l'action de divers agents sur le mouvement des chloroplastes chez le *Lemna trisulca* et le *Funaria hygrometrica*. L'eau éthérée à 1 °/₀ arrête les mouvements normaux qui se produisent au passage à l'obscurité. Les mouvements qui se produisent à l'insolation se distinguent de l'écoulement du plasma en ce qu'ils sont liés à la faculté d'assimilation. — M. **F. Knoll** a reconnu, contrairement à l'opinion courante, que les genres *Astilbe* et *Aruncus* sont nettement séparés et ne présentent pas de formes de transition; ils ne peuvent, non plus, donner des hybrides. — M. **F. Heritsch** poursuit ses études géologiques sur la zône des grauwackes dans les Alpes nord-orientales.

Séance du 4 Février 1909.

1° Sciences physiques. — M. **J. Hladik** a modifié l'atmomètre de Piche, qui consiste, on le sait, en une éprouvette graduée remplie d'eau, fermée par un disque de papier et suspendue l'ouverture vers le bas; la quantité d'eau évaporée au bout d'un certain temps permet de calculer l'humidité de l'air. L'auteur donne la formule suivante pour la tension de vapeur moyenne de l'eau dans l'air d'un espace fermé :

$$\delta_m = \Delta_m - \frac{wB_m}{(40{,}685 - \sqrt{21{,}8t_m})\,Z},$$

où Z est la durée de l'observation en heures, t_m la température moyenne, B_m la pression atmosphérique moyenne, Δ_m la tension maxima à t_m, w le nombre de c. c. d'eau évaporés. — MM. **P. Friedlænder** et **A. Bezdzik**, par action du chlorure d'isatine sur l'α-naphtol et les α-naphtols α-substitués, ont obtenu, à côté des colorants indigoïdes, des isomères qu'ils nomment *indoligunones*. Par l'action de la lessive de soude, les colorants indolignoïdes se dédoublent, comme les indigoïdes, en acide anthranilique et oxynaphtaldéhydes.

2° Sciences naturelles. — M. **A. von Tschermak** présente ses recherches physiologiques sur les cœurs de poissons embryonnaires. Il en conclut que le cœur n'acquiert pas les particularités caractéristiques de son automatisme et de son excitabilité secondairement par la formation de son système nerveux interne, mais possède son activité déjà au moment où il est encore un tube musculeux simple et est en apparence privé d'éléments nerveux. Ce caractère essentiellement myogène des propriétés fondamentales du cœur est en faveur de la théorie de Gaskell et d'Engelmann.

Le Directeur-Gérant : Louis Olivier.

Paris. — L. Maretheux, imprimeur, 1, rue Cassette.

20e ANNÉE N° 7 15 AVRIL 1909

Revue générale des Sciences pures et appliquées

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER, Docteur ès sciences.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. L. OLIVIER, 18, rue Chauveau-Lagarde, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et dans tous les pays étrangers, y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Distinctions scientifiques

Election à l'Académie des Sciences de Paris. — Dans sa séance du 22 mars, l'Académie a procédé à l'élection d'un membre dans sa Section de Minéralogie en remplacement de M. Gaudry. La Section avait présenté la liste suivante de candidats : en 1re ligne, M. P. Termier; en 2e ligne, MM. M. Boule, E. Haug et L. De Launay; en 3e ligne, M. J. Bergeron. Au premier tour de scrutin, M. Termier a obtenu 33 suffrages, contre 14 accordés à M. Haug et 13 à M. Boule; en conséquence, M. Termier a été déclaré élu.

Le nouvel académicien est connu par une longue série de travaux, qui ont porté principalement sur la tectonique des Alpes franco-italiennes et des Alpes orientales. Disciple de Marcel Bertrand, il s'est attaché à l'étude des phénomènes de recouvrement, et c'est par la considération des nappes de charriage qu'il a magistralement élucidé quelques-uns des problèmes les plus difficiles de la structure de la chaîne alpine.

§ 2. — Art de l'Ingénieur

Les progrès de la circulation urbaine. — L'accroissement incessant de la population des grandes villes rend plus difficile la circulation des personnes et des véhicules. Ces problèmes constituent ce que M. de Foville appelle la « mécanique des foules ». L'encombrement de certaines rues va jusqu'à l'obstruction et à la congestion du trafic; il est d'autant plus grand que des obstacles naturels ou artificiels s'opposent à l'extension du périmètre de la ville. Pour Paris, les services rendus par les entreprises de transport en commun, c'est-à-dire exclusion faite des voitures de place, de course et de chemin de fer, mais y compris les services de banlieue, se traduisent, à des intervalles d'environ vingt-cinq ans, par les chiffres suivants correspondant au nombre des voyageurs transportés, exprimé en milliers :

	1856	1885	1904
Omnibus	49.590	115.635	121.553
Tramways	»	15.151	378.966
Bateaux	»	9.579	21.080
Chemins de fer à l'intérieur.	2.407	13.884	172.344
Totaux	51.997	154.249	693.943

Si le mouvement des voyageurs augmente dans une si forte proportion, ce n'est pas seulement par suite de l'accroissement de la population, mais c'est qu'on prend de plus en plus l'habitude de recourir à un moyen de transport afin d'obtenir un déplacement plus rapide. En 1846, un Parisien utilisait dans l'année 44 fois les lignes existantes; en 1875, 78 fois, et en 1904, 256 fois. M. Jenkins montrait à l'Association britannique que, en 1867, chaque habitant de Londres ne faisait en moyenne que 23 voyages sur les lignes de transport intérieures, tandis que le chiffre correspondant atteignait successivement 55 en 1880, 92 en 1890, 126 en 1900, 129 en 1901. Pour l'ensemble de l'agglomération new-yorkaise, le même auteur a relevé des moyennes de 47, 118, 182, 283 et 320 pour les années 1860, 1870, 1880, 1890 et 1900. Il n'y a que quelques années, New-York possédait des moyens de transport susceptibles d'assurer le déplacement annuel de 1.200 millions de voyageurs; aujourd'hui, la capacité correspondante est évaluée à 2 milliards de personnes[1].

C'est pour remédier à cette situation qu'on a proposé d'établir aux carrefours des rues des trottoirs aériens ou des passages souterrains. Sous des formes diverses, ce que l'on poursuit, c'est la circulation sur plusieurs étages. A Londres, le sous-sol renferme deux ou trois tunnels superposés. Les métropolitains de Paris et de Berlin, les *elevated cars* de New-York, les *subways* de Boston sont une application de ce principe.

Dans les rues, la traction animale est remplacée de plus en plus par la traction électrique pour les lignes de tramways, et par la traction automobile pour les véhicules isolés. A Paris, de 1897 à 1907, le nombre des chevaux a diminué de 92.026 à 83.458. Les tramways urbains étendent de plus en plus leur zone de rayonnement et commencent déjà, aux Etats-Unis, par exemple, à effectuer le transport des marchandises. Dans ce pays, les lignes de tramways sont devenues suburbaines et même interurbaines; on les voit s'allonger jusqu'à 40 et 60 kilomètres des grandes villes. Le voyageur n'a pas à se rendre à une gare; il

[1] D. BELLET : *Revue économique internationale*, janvier 1908.

est cueilli sur son passage; la traction électrique assure une vitesse commerciale très avantageuse, et, comme les frais d'exploitation sont moins grands, les taxes sont moins élevées que sur les chemins de fer, qui commencent à souffrir de cette concurrence nouvelle.

Le prix très élevé des voies ferrées souterraines et, dans une moindre mesure, celui des voies de tramways ont conduit à l'emploi de la traction automobile pour les véhicules isolés. C'est seulement en 1905 qu'on a vu apparaître dans les rues de Londres l'omnibus mécanique ou autobus. Moins coûteux que le tramway, facilement déplaçable et pouvant changer à volonté d'itinéraire, beaucoup plus rapide que l'omnibus à chevaux, l'autobus n'est pas non plus sans inconvénients. Il y a le coût d'exploitation plus élevé que celui du tramway électrique, le bruit, l'odeur, le danger d'incendie, les accidents. Mais c'est un instrument nouveau, susceptible, par conséquent, d'améliorations techniques, et qui est appelé à prendre place à côté de la traction sur rail, en remplacement de la traction animale, plus chère et moins rapide[1].

Pierre Clerget,
Professeur à l'Ecole supérieure de Commerce de Lyon.

§ 3. — Physique

Résistances photo-électriques pour la transmission télégraphique des photographies et documents graphiques. — On sait que de nombreux systèmes de télé-photographie sont basés sur l'emploi de piles à sélénium, qui convertissent les fluctuations lumineuses en variations d'intensité électrique, susceptibles d'être transmises, sur un fil télégraphique ou téléphonique, à une station d'arrivée, où elles sont reconverties en variations de lumière analogues à celles de la station de départ.

Or, ces piles à sélénium, en raison de leur inertie, sont incapables de suivre instantanément les variations lumineuses par des variations correspondantes de leur conductivité. La transmission télégraphique des clichés ne peut, par conséquent, être opérée qu'à une vitesse assez réduite, et les reproductions sont loin de présenter toute la précision qu'elles auraient dans le cas d'une action instantanée. On a imaginé, pour éliminer cet inconvénient, d'ingénieux dispositifs de compensation; mais ceux-ci ne donnent pas une solution parfaite du problème.

Dans un procédé récemment breveté par une compagnie de Munich, le sélénium est remplacé par une substance susceptible d'émettre des électrons aussitôt qu'on vient à l'éclairer. Mentionnons, parmi les substances douées de ce pouvoir, les métaux alcalins, tels que le potassium, le sodium, le rubidium, qui tous émettent des électrons quand on les expose à la lumière, au sein d'une atmosphère gazeuse (d'hydrogène dilué, par exemple). L'atmosphère gazeuse acquiert ainsi un surcroît de conductivité électrique, qui augmente l'intensité du courant traversant le circuit dont elle fait partie, d'autant plus que l'intensité lumineuse est plus considérable. Comme les variations de conductivité du gaz ont lieu instantanément, sans le moindre retard sur celles de la lumière, la succession de rayonnements d'intensité variable peut se faire avec une vitesse bien plus grande que dans le cas des piles à sélénium.

Dans l'une de leurs dispositions, les inventeurs se servent d'un vase de verre rempli d'hydrogène dilué et qui renferme deux électrodes, dont l'une (communiquant avec le pôle positif d'une source de courant) est en platine, tandis que l'autre (reliée au pôle négatif) consiste en un corps émettant des électrons sous l'action d'un éclairage variable. Un appareil disposé suivant l'un des systèmes bien connus (celui de Korn, par exemple) déterminera, sous l'influence des fluctuations de courant, des effets lumineux d'une intensité variable, permettant la transmission, en une succession rapide, d'écritures, de dessins ou de photographies.

Au lieu de faire agir directement les fluctuations de courant dues aux variations de la conductivité du gaz, on peut les utiliser pour actionner un relais qui, à son tour, produira les effets désirés.

§ 4. — Chimie physique

Le problème de la conservation de la matière. — Après les premiers doutes énoncés par Stas au sujet de la validité absolue du théorème de l'indestructibilité de la matière (doutes suscités par les pertes de poids constatées pendant la combinaison de l'argent avec l'iode et le brome), M. Heydweiller, d'un côté, et M. Landolt, de l'autre, ont repris cet intéressant problème. Ces deux auteurs ont observé, dans certaines réactions chimiques, des accroissements ou décroissements de poids restant au dedans des limites d'erreur; dans certains autres cas, au contraire, ils ont constaté des pertes de poids supérieures de beaucoup aux erreurs expérimentales possibles. Depuis lors, M. Landolt est revenu sur l'explication à donner de ses premières expériences, relatives aux pertes les plus grandes. En considérant ces pertes comme des phénomènes établis, il s'est efforcé d'en rendre compte par l'hypothèse d'une désagrégation partielle des atomes, due aux secousses violentes que subissent ces particules pendant les réactions en question; les petits fragments de matière s'échapperaient à travers les parois du vase de verre. Cette hypothèse serait corroborée par le fait, bien connu, que certains gaz, même à la température ordinaire, se montrent susceptibles de traverser le verre. Enfin, dans son dernier Mémoire consacré à ce même problème, M. Landolt, abandonnant son hypothèse, a attribué les variations de poids à des causes physiques, étrangères à la réaction chimique, à savoir à des changements de volume dus aux effets thermiques résiduels.

Or, dans un récent Mémoire[1], M. C. Zenghelis, professeur à l'Université d'Athènes, émet l'opinion que cette explication, basée sur des revisions et des calculs extrêmement laborieux, ne suffit pas à expliquer dans tous les cas les inégalités de poids jusqu'ici établies. Les expériences dont il résume l'allure et les résultats font voir, en effet, que beaucoup de gaz et de vapeurs émis par les corps solides possèdent, même à la température ordinaire, — à un degré faible, à la vérité, et aucunement proportionnel à la volatilité du corps, — la faculté de traverser le verre.

Dans un vase scellé, ce passage des gaz et des vapeurs se trouve grandement facilité quand on réduit la pression extérieure. La température — du moins dans le cas d'un accroissement modéré — ne paraît pas exercer d'effet appréciable.

D'autre part, le fait que ce passage s'effectue d'autant mieux que le volume du vase est plus considérable, — fait qui concorde parfaitement avec les expériences antérieures de l'auteur sur la volatilité des corps solides à la température ordinaire[2], — pourrait être dû à ce que les vapeurs, subissant une dissociation subséquente, pénètrent à travers le verre d'autant plus facilement qu'elles sont plus diluées. Un espace considérable favoriserait, en effet, cette dilution.

On comprend facilement que ces phénomènes dépendent à un degré considérable de la nature et de l'épaisseur des parois du récipient, le verre très mince étant traversé par les vapeurs avec une extrême facilité.

L'auteur ne saurait décider si ce passage se fait soit en quelque sorte mécaniquement à travers les pores du verre, soit par dissociation ionique. Il est vrai que,

[1] D. Bellet : *Revue économique internationale*, juillet 1908.

[1] *Zeitschr. f. phys. Chem.*, t. LXV, p. 3, 1909.
[2] *Zeitschr. f. phys. Chem.*, t. LII, p. 105, 1905.

d'une part, le passage parfaitement libre, à travers le verre, des rayons cathodiques à masse extrêmement exiguë, et, d'autre part, le peu de pénétrabilité des rayons à masse bien plus grande semblent être en faveur de cette dernière hypothèse. Les particules traversant le verre devraient être alors d'une masse extrêmement petite et les vapeurs subiraient, semble-t-il, une dissociation subséquente, comme l'auteur l'a, pour la première fois, admis pour expliquer l'altération si singulière de l'argent exposé à l'action des vapeurs émises par des corps solides. Cette hypothèse est, du reste, d'accord avec de nombreux phénomènes auparavant constatés par l'auteur et avec les récents travaux de certains expérimentateurs sur la dissociation partielle que subiraient, d'une façon parfaitement régulière, un nombre limité de molécules de corps liquides et même solides.

Or, l'explication, sur la base de l'hypothèse d'un passage matériel à travers les parois du vase, est confirmée par des observations assez nombreuses. Ce sont, en effet, les substances présentant les diminutions de poids les plus considérables qui sont douées du pouvoir de pénétration le plus élevé; les vases de grand volume offrent plus facilement passage et une diminution de poids relativement plus grande; enfin, les vases intérieurement enduits de paraffine, M. Landolt le constate lui-même, ne donnent lieu à aucune diminution de poids appréciable.

L'hypothèse de variations de volume dues à des effets thermiques ne suffirait à expliquer les diminutions de poids que dans les réactions s'accompagnant d'un dégagement de chaleur considérable. Les diminutions supérieures à 0,04-0,05 gramme s'expliqueraient, au contraire, dans toutes les expériences de Landolt, par le passage de vapeurs à l'état extrêmement dilué et peut-être à l'état ionique. On serait ainsi en présence d'une véritable perte de matière, due à la désagrégation atomique.

A propos de la filtration des solutions colloïdales. — Nous recevons de M. H. Bechhold la lettre suivante :

« Monsieur le Directeur,

« Je viens seulement d'avoir connaissance de la lettre de M. J. Duclaux à la *Revue générale des Sciences*, parue le 15 juin 1908 et relative à mon procédé d'*ultra-filtration*. Permettez-moi, à cause de la vérité historique, d'y répondre en quelques mots :

« Quand je commençai à m'occuper de la filtration sur gélatines (*Gallerten*) en 1904, je n'avais pas encore connaissance de la filtration sur sacs de collodion. Entre temps parurent quelques Notes dans cette direction, que je n'ai pas manqué de mentionner, pour autant que j'ai pu les connaître, par exemple celle de Malfitano, dans ma publication détaillée [1].

« Malgré ces notes, je ne vis pas la nécessité d'abandonner dès lors ma méthode d'ultra-filtration, puisqu'elle était essentiellement différente du procédé de mes prédécesseurs :

« 1° Mes ultra-filtres ne sont pas des sacs de collodion, mais des filtres (papiers, tissus) qui sont imprégnés de gélatines; en conséquence, l'effet est tout autre, comme je l'ai démontré dans mon dernier travail [2];

« 2° Avant moi, personne n'a reconnu et dit que l'épaisseur du filtre est variable avec la concentration des gélatines et tiré les conséquences du fait. En se servant de sacs de collodion, la preuve n'aurait été possible que dans des limites très étroites, puisqu'on ne peut pas produire des sacs de collodion durables avec des gélatines aussi peu concentrées que celles dont je me sers pour les ultra-filtres très poreux. C'est pourquoi personne n'a conclu qu'on pouvait séparer des colloïdes des parcelles de différentes grandeurs par des ultra-filtres de différentes densités;

« 3° Seule, la construction de mon appareil d'ultra-filtration a permis d'employer chaque gélatine, la plus épaisse comme la plus poreuse, de faire des filtrages avec des pressions allant d'une fraction d'atmosphère jusqu'à quinze atmosphères et plus, tandis qu'avec les sacs de collodion on ne peut guère dépasser une atmosphère.

« Veuillez agréer, etc. »

Dr H. Bechhold.
Membre de l'Institut royal de Thérapeutique expérimentale à Francfort-sur-le-Mein.

[1] Kolloidstudien mit der Filtrationsmetode (*Zeitschr. f. physikal. Chemie*, t. LX, p. 259 et 276). Antérieurement, j'ai fait une courte communication à la Vers. D. Naturforscher und Aerzte, en septembre 1906.

[2] Durchlässigkeit von Ultrafiltern (*Zeitschr. f. physikal. Chemie*, t. LXV, p. 328-342).

§ 5. — Physiologie

L'examen, à l'aide du galvanomètre à corde, des courants du nerf vague. — Le courant de démarcation dérivé du bout périphérique d'un nerf vague divisé présente une variation négative, tous les fois que les poumons se dilatent. Ce phénomène, constaté par M. Lewandowsky avec un galvanomètre Deprez-d'Arsonval et étudié plus en détail par MM. Alcock et Seemann au moyen de l'électromètre

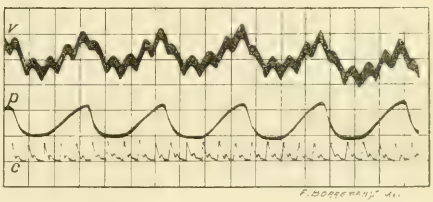


Fig. 1. — *Variations électriques dans le nerf vague qui accompagnent les mouvements respiratoires et cardiaques.* — *v*, électrovagogramme ; *p*, courbe respiratoire ; *c*, courbe du pouls.

capillaire, vient d'être soumis à un examen plus rigoureux par MM. W. Einthoven, A. Flohil et P. G. T. A. Battaerd [1], qui, à l'aide du galvanomètre à corde imaginé par le premier de ces savants, ont été en mesure, non seulement de confirmer entièrement les résultats des auteurs antérieurs, mais de constater la présence d'une autre source d'impulsions, localisée dans le cœur, à savoir les courants d'action rythmiques produits par le nerf vague, en parfait synchronisme avec les battements du cœur.

Un nerf vague dans le cou d'un chien anesthésié, isolé sur un parcours considérable, a été divisé à un point situé à la partie supérieure du cou. Le courant a été dérivé de l'extrémité périphérique coupée du nerf par une paire d'électrodes non polarisables, amenées en contact, l'une avec la section, l'autre avec la surface. L'intervalle entre les électrodes était d'environ 1 cm. 5. Le courant de démarcation des nerfs a été compensé de la façon usuelle ; les électrodes étaient reliées au galvanomètre, de façon qu'une diminution d'intensité du courant de démarcation — c'est-à-dire un courant d'action — produisît un déplacement ascensionnel de l'image de la corde.

Dans la figure 1, un millimètre de l'abscisse correspond à 0,2 seconde, 1 millimètre de l'ordonnée à 2 micro-volts. Les courbes supérieures, qui représentent les courants d'action du nerf vague, peuvent être désignées sous le nom d'*électro-vagogrammes*. La courbe moyenne reproduit les mouvements respiratoires de l'animal, de façon que chaque inspiration

[1] *Quart. Journ. of Exper. Physiol.*, t. I, n° 3, 1908.

corresponde à une portion ascendante et chaque expiration à une portion descendante de la courbe. Ce *pneumogramme* a été obtenu en faisant respirer le chien dans une grande bouteille, et en transmettant les oscillations de pression de l'air de la bouteille à un tambour enregistreur de Marey. La courbe inférieure indique enfin le *sphygmogramme* de l'artère crurale.

L'électro-vagogramme, on le voit, présente des ondulations d'un double rythme, synchrones, d'une part, avec les mouvements respiratoires et, de l'autre, avec les battements du cœur de l'animal.

Les expériences faites par les auteurs sur les effets du gonflement des poumons démontrent l'existence de deux espèces de fibres vagues pulmonaires, qui exercent des effets expiratoires et inspiratoires respectivement. Il est facile d'isoler les effets individuels de chaque espèce de fibre. Ces phénomènes confirment la théorie de la régulation spontanée des mouvements respiratoires, établie, dès 1868, par Hering et Breuer.

Le lien que constitue l'électro-vagogramme entre les ondulations respiratoires et celles des battements du cœur jette des lumières nouvelles sur les relations qui existent virtuellement entre l'action du cœur et les mouvements respiratoires. Ces relations s'expriment, par exemple, par le rapport entre le nombre de mouvements respiratoires et le nombre de battements du cœur par minute, rapport qui, pendant les variations de la fréquence du pouls, reste en général constant. Comme ces expériences font voir que le cœur, en battant, émet des impulsions rythmiques se rendant le long du vague à son centre, il paraît possible que ces impulsions, en atteignant le centre respiratoire, y produisent, à chaque variation de la fréquence du pouls, une variation proportionnelle de la fréquence des mouvements respiratoires. C'est ainsi que l'action du cœur déterminerait une régularisation automatique des mouvements respiratoires.

§ 6. — Géographie et Colonisation

L'exploration du Dr Sven Hedin au Tibet. — La magnifique exploration à travers le Tibet inconnu que vient d'achever le Dr Sven Hedin, et qui a duré trois années, est le troisième de ses grands voyages dans les régions les plus mystérieuses et les moins accessibles de l'Asie centrale. Comme les précédentes, elle a donné des résultats géographiques considérables; complétant ses premières découvertes, le savant explorateur suédois a comblé cette fois l'un des blancs les plus vastes qui existaient sur la carte du Tibet. Son exploration comprend en réalité trois campagnes successives.

Après un voyage préliminaire en Perse et au Séistan, Sven Hedin laissa Leh le 14 août 1906 et traversa tout le Tibet en diagonale du nord-ouest au sud-est; il atteignit Chigatsé au bout de six mois. Ce fut sa première campagne[1].

Cette campagne fut très pénible, car le voyageur dut traverser tout le Tibet septentrional en plein hiver. Il franchit le Karakorum par un col haut de 5.943 mètres, situé à l'est du Changlung-yogma, jadis utilisé par Forsyth, et arriva aux hauts plateaux, Ling-shi-tang et Aksaï-chin, où il rencontra moins de difficultés qu'il ne l'avait pensé. On y trouva de l'eau presque chaque jour, mais après de longues marches; il y avait de l'herbe excellente. Sven Hedin alla visiter le lac Lighten, dans le sud du plateau d'Aksaï; ce lac, l'un des plus vastes qu'il ait vus au Tibet, est aussi l'un des plus profonds; il a, par endroits, plus de 68 mètres de profondeur. Le Poul-tso, dont l'explorateur fit une carte, et le Yechil-Koul sont, au contraire, peu profonds. Sven Hedin croisa les itinéraires de Deasy, de Rawling et de Wellby, mais en évitant d'explorer les mêmes régions qu'eux; il constata que la carte de Rawling est très exacte.

Laissant alors les routes de l'est et du nord-est, l'explorateur tourna vers le sud-est, entre celles de Bower et de Dutreuil de Rhins. La caravane éprouva les plus grandes difficultés sur les hautes montagnes neigeuses qu'elle eut à traverser; elle subit de terribles tempêtes et perdit presque tous ses animaux. On ne trouvait plus d'herbe, pas même de crottin de yack pour faire du feu, mais il y avait de l'eau partout. On arriva à un endroit où se trouvent des mines d'or, qui ne peuvent être exploitées qu'en été. C'est après un isolement de 83 jours que la caravane rencontra les premiers nomades auxquels elle acheta des yacks.

L'explorateur, laissant à l'est le lac appelé par Dutreuil de Rhins le lac d'Ammoniaque, alla droit au sud vers le Bog-tsang-tsanpo, où il coupa sa propre route de 1901. La température était très rigoureuse; le thermomètre descendit jusqu'à — 35° C. Le 28 décembre, l'expédition atteignit le Ngangtse-tso, découvert par le pundit Naïn Singh en 1874. Sven Hedin fit une excursion de dix jours en traîneau sur la glace du lac; il en dressa une carte qui rectifie celle du topographe hindou et en mesura la profondeur, qu'il trouva être de 10 mètres au maximum.

Sven Hedin poursuivit ensuite sa marche vers le sud pour franchir la région inconnue, marquée en blanc sur les cartes, qui s'étend entre le Dangrayum-tso, le Ngangtse-tso et autres lacs d'une part, et le Tsanpo, où cours supérieur du Brahmapoutre, d'autre part. Il constata que cette vaste étendue de pays est occupée par une énorme chaîne de montagnes, parallèle à l'Himalaya, qui s'étend sur la rive gauche du Tsanpo. L'existence de cette chaîne était-elle entièrement inconnue? Non; on en connaissait des extrémités, mais on ignorait quels prolongements vers les reliefs pouvaient avoir. Sven Hedin a eu le mérite de les faire connaître et d'en déterminer avec exactitude la direction et l'importance. La chaîne reconnue par le voyageur suédois est le prolongement vers l'ouest du Nien-chen-tang-la, qui est au sud du Tengri-nor. Le Khalamba-la, qui est sur la route de Chigatsé au Tengri-nor, appartient à ce système. La chaîne avait été traversée dans sa partie orientale par l'Anglais Littledale et par quelques autres voyageurs, mais aucun d'eux n'en avait soupçonné l'immense développement vers l'ouest. Si cette chaîne puissante, dont la longueur dépasse 3.000 kilomètres, ne présente pas de sommets surpassant en hauteur les géants de l'Himalaya, les cols, du moins, s'ouvrent en général à des altitudes supérieures. Sven Hedin en franchit plusieurs, dont cinq hauts de 5.700 mètres, et cela par d'effroyables tempêtes de neige. Du versant sud, descendent des rivières qui coulent vers le Tsanpo. Le Transhimalaya, comme Sven Hedin appelle cette chaîne, est la ligne de faîte séparant le bassin du Brahmapoutre, au sud, des eaux sans écoulement des lacs du Tibet central, au nord.

Descendant les pentes du Transhimalaya, Sven Hedin atteignit la rive nord du Brahmapoutre en amont de Chigatsé et parvint dans cette ville le 9 février 1907. Fort bien accueilli par le Tachi-lama, il put assister à de curieuses fêtes religieuses à Tachi-loumpo, visiter les temples et les couvents de moines, étudier les pratiques du bouddhisme et prendre en toute liberté des photographies et des croquis.

Les documents réunis pendant cette première campagne furent déjà considérables : 2.970 pages de notes, des levers couvrant 230 feuilles, 700 dessins de panoramas, une collection de 240 échantillons de roches. L'assistant, A. Robert, avait fait les observations astronomiques et tenu le journal météorologique; l'altitude de près de 200 points a été déterminée au moyen de l'hypsomètre.

Le Dr Sven Hedin, se proposant d'entreprendre une seconde campagne, s'était dirigé vers le nord et avait franchi la chaîne du Transhimalaya, avec l'intention d'explorer le Dangrayum-tso, découvert, comme le Ngangtse-tso, par le pundit Naïn Singh; mais il fut forcé par les autorités tibétaines de revenir en arrière et de retraverser la chaîne; il avait eu le temps, cepen-

[1] *The Geographical Journal*, mai 1907, p. 539-545.

dant, de fixer des points importants de la topographie du pays et il avait découvert, sur le versant nord, un lac d'une étendue considérable, le Schuru-tso.

Revenu au Brahmapoutre, Sven Hedin poussa une pointe en territoire népalais, puis, regagnant le fleuve, il en remonta la vallée jusqu'au lac sacré de Manasarovar, ayant suivi depuis Chigatsé un itinéraire presque entièrement nouveau. Il ne se confond, en effet, que pour certaines parties avec ceux du pundit Naïn Singh (1865) et des majors Rawling et Ryder (1903 et 1904). Sven Hedin suivit, comme ce dernier, la principale branche du Brahmapoutre, mais de plus près, ce qui lui permit de faire un levé du fleuve beaucoup plus exact [1]. L'explorateur exécuta dans le lac cinq lignes transversales de sondages comportant 129 stations; ces observations lui permettront d'établir une carte du lac avec courbes isobathes. La plus grande profondeur sondée a été 81m,8. La largeur du lac n'est pas inférieure à 25 kilomètres [2].

Sven Hedin élucida pendant son séjour dans cette région le problème des sources du Brahmapoutre et du Sutledj. D'après lui, l'origine du premier de ces grands cours d'eau serait non le Marioum-tchou, issu du Marioum-la, comme l'ont affirmé les voyageurs anglais, mais le Koubi-tsanpo, sorti du grand massif glaciaire himalayen du Koubi-Tengri. En ce qui concerne le Sutledj, affluent de l'Indus, il sortirait non du Rakastal, comme on le pensait, mais du Tage-tsanpo, tributaire du Manasarovar, avec cette particularité que les eaux du Tage-tsanpo passent souterrainement du Manasarovar à l'autre lac voisin, le Rakas-tal, situé à l'ouest à 13m,20 en contrebas, de sorte que le Sutledj paraissait sortir de ce dernier.

Après avoir fait le tour de la montagne sacrée de Kailas, non à pied ou en mesurant le sol de son corps comme les pèlerins bouddhistes, mais à cheval (mauvais pèlerinage, lui dit-on), il alla reconnaître la source principale de l'Indus, qui n'était pas connue des Européens. Il s'avança jusqu'à 32° de lat. N., puis rallia Gartok le 26 septembre 1907, achevant ainsi sa deuxième campagne. L'infatigable explorateur avait continué à accumuler, pendant cette nouvelle partie de son voyage, les notes, les dessins, les photographies, les collections de roches; il avait effectué encore de nombreux sondages de lacs. La carte dressée depuis Chigatsé comprend 301 feuilles, reposant sur 40 positions astronomiques.

Le Dr Sven Hedin commença bientôt une troisième campagne, qui ne fut pas moins fructueuse, ni d'ailleurs moins pénible que les précédentes [3]. Il n'était pas homme à se laisser rebuter par les obstacles; s'étant vu obligé, au début de sa deuxième campagne, de rétrograder vers le sud, il se proposa de reprendre son exploration du Tibet central. Mais il fallait dépister les Tibétains. Il partit de Leh, le 4 décembre 1907, avec une caravane entièrement nouvelle, et feignit de se diriger sur Khotan; mais, parvenu à deux jours de marche des passes du Karakorum, il tourna brusquement vers l'est et atteignit l'Aksaï-chin. Le voyage fut rendu excessivement pénible par le froid et la neige. Sven Hedin eut les pieds à moitié gelés et les moutons de la caravane périrent tous. Le 15 janvier 1908, le thermomètre descendit à — 39°,8 C. Parvenue au Tchemen-tso, lac signalé par Deasy et Rawling, la caravane trouva des nomades auxquels elle put acheter des animaux pour se ravitailler; il y avait soixante-quatre jours qu'elle n'avait rencontré un être humain. Elle arriva ensuite au lac Lemtchang, ou Lenchung-tso de la carte du capitaine Deasy. Entre ces deux lacs, il existe, à 3 et 4.000 mètres d'altitude, des gisements aurifères exploités en été seulement, comme tous ceux de cette région.

A ce moment, Sven Hedin, pour éviter d'être découvert par les espions tibétains, fit disparaître tout ce qui pouvait révéler sa qualité d'Européen et se déguisa en berger ladakhi. Arrivé le 16 mars au Tongtso, un peu au nord du 32° lat. N., il pénétra en pays absolument inconnu. Là se croisent les itinéraires de Naïn Singh, de Littledale et de Sven Hedin lui-même en 1901. C'est alors que le voyageur entreprit de traverser tout l'espace inexploré compris entre 32° et 30° de lat. N. Laissant à l'est la magnifique montagne du Shakangsham, il piqua droit au sud, franchit la passe de Ladang, et arriva dans la province de Bongba, où aucun Européen n'avait pénétré et dont le nom était presque inconnu. Il découvrit un grand lac, le Tchunitso, et recueillit des informations sur un autre lac très étendu, le Tabia-tsakha, dont le sel, expédié dans l'est et le sud et jusque dans le Népal, paraît fournir au Gouvernement tibétain d'importants revenus.

Continuant de crête en crête sa marche vers le sud, Sven Hedin arriva de nouveau au pied de la grande chaîne qu'il avait appelée le Transhimalaya et il put constater la continuité de cet énorme relief jusque vers le 82° de long. Est Gr. Franchissant la chaîne par le Samye-la, col situé à plus de 5.400 mètres d'altitude, il explora, sur son versant méridional, le cours supérieur du Tcharta-tsanpo, dont il avait reconnu, dans sa précédente campagne, le confluent avec le Brahmapoutre.

Surpris à ce moment par les Tibétains, Sven Hedin se découvrit à eux et ce fut seulement à son audacieuse ténacité et à son habileté diplomatique qu'il dut de pouvoir continuer son exploration de la province de Bongba. Il franchit de nouveau la grande chaîne et atteignit le Tedenam-tso, lac signalé par Naïn Singh en 1873, et dont le vrai nom est Terenam-tso. Sven Hedin dit qu'il est long et étroit, rempli de sel, et d'une configuration très différente de celle que donnent les cartes.

Puis, tournant vers l'ouest, Sven Hedin alla visiter le temple de Mending, sur le Soma Tsangpo, la plus grande de ces rivières tibétaines qui n'ont aucun débouché sur la mer. Ayant franchi par la passe de Khala (dont les cartes font un pic) un contrefort du Transhimalaya, il gagna le Ghalaring-tso, figuré comme renfermant un monastère dans une île; en réalité, ce lac, dont le vrai nom est Ngnanglaring-tso, possède cinq îles dont la forme a été inexactement figurée. Enfin, traversant la grande chaîne pour la dixième fois, l'explorateur atteignit le lac Manasarovar, le 26 juillet 1908, et regagna Simla par des routes connues.

Cette expédition a donné, au point de vue géographique, des résultats de la plus haute importance. Tout le territoire compris entre les 30e et 32e degrés de latitude et les 82e et 88e degrés de longitude, marqué jusqu'ici en blanc sur les cartes, a été comblé d'une façon détaillée et exacte. Une centaine de positions astronomiques, fixées par le voyageur, servent de base à des cartes qui comptent plusieurs centaines de feuilles. Il a découvert une chaîne de montagnes, la plus puissante du globe peut-être, qu'il a appelée Transhimalaya, et dont l'extrémité connue ne pouvait révéler ni l'existence certaine ni l'énorme étendue. Il a découvert la véritable source du Brahmapoutre et du Sutledj, ainsi que la principale source de l'Indus. Il a exploré une grande province tibétaine, qui était demeurée inconnue, la province de Bongba. La longueur totale des itinéraires parcourus est d'environ 6.500 kilomètres. Enfin, l'explorateur a rapporté un nombre considérable de photographies, de dessins et d'aquarelles, d'importantes collections géologiques et des observations météorologiques.

Gustave Regelsperger.

---

[1] *The Geographical Journal*, décembre 1908, p. 585 (article du major Ryder).

[2] *La Géographie*, 15 octobre 1908, p. 249 (article de M. Charles Rabot).

[3] *The Geographical Journal*, octobre 1908, p. 426 (d'après *The Times*, 17 et 18 septembre 1908).

L'ÉRUPTION DE L'ETNA EN AVRIL-MAI 1908

PREMIÈRE PARTIE : LES PHÉNOMÈNES ÉRUPTIFS

Le 1er mai dernier, des dépêches de Catane, publiées par les journaux de Paris, annonçaient une violente éruption de l'Etna. M. le Ministre de l'Instruction publique ayant bien voulu, sur la proposition de M. Bayet, directeur de l'Enseignement supérieur, me confier une Mission, je partis sur-le-champ, franchissant d'une seule traite la longue distance qui sépare Paris du grand volcan sicilien[1].

Quand, après trois jours de voyage, j'arrivai à Zafferana, petite ville située à l'entrée du Val del Bove, je constatai que, comme dans la fable, la montagne avait accouché d'une souris.....

... D'une souris de quelque importance, il est vrai, puisqu'une coulée de lave, longue de près de 3 kilomètres, est sortie de la partie la plus basse d'une déchirure du volcan, mesurant plus d'un kilomètre et demi de longueur; mais ce n'était point la grande éruption que rendait vraisemblable la statistique des cent cinquante dernières années. Celle-ci montre[2], en effet, qu'à l'Etna l'intervalle moyen séparant deux éruptions est d'environ sept années et qu'une éruption est en général d'autant plus violente qu'elle a été précédée d'un plus long repos. Or, le dernier paroxysme effusif datait de 1892, c'est-à-dire de seize ans.

La fréquentation des volcans est une bonne école morale : elle apprend à supporter allègrement quelques mécomptes et à savoir, au besoin, tirer parti de peu. Au risque de paraître fort optimiste, je n'hésite pas à considérer que cette éruption, qui doit être qualifiée d'éruption avortée, a été fort intéressante et que c'est précisément son extrême brièveté et sa faible ampleur qui en ont fait l'intérêt spécial. Elle s'est effectuée, en effet, sur le plan le plus habituel des éruptions de l'Etna; on peut y reconnaître toutes les particularités essentielles qui caractérisent celles-ci, mais elles ont été assez réduites pour qu'il ait été possible d'analyser certains de leurs détails, malaisés à suivre dans les grands paroxysmes, au cours desquels les événements se précipitent et superposent leurs effets.

I. — Les divers types d'éruptions a l'Etna.

A l'occasion de la dernière éruption du Vésuve, j'ai esquissé dans cette *Revue*[3] les principaux caractères des éruptions de ce volcan et montré, en particulier, qu'on peut diviser celles-ci en deux grands groupes : 1° les *éruptions exclusivement explosives*; 2° les *éruptions à la fois explosives et effusives*. Ces dernières peuvent se produire suivant des mécanismes divers, soit par une lésion du cône terminal (*éruptions latérales*), soit par une fissure plus ou moins éloignée de celui-ci (*éruptions excentriques*).

Les mêmes types de manifestations ont été observés à l'Etna, mais ils ont joué un rôle différent dans l'histoire du volcan.

De même qu'au Vésuve, les éruptions exclusivement explosives y sont exceptionnelles ; on peut citer, cependant, au cours du XIXe siècle, celles de 1805 et de juillet 1899. Mais l'histoire passée du volcan ne fournit aucun exemple de grand paroxysme de cet ordre, comparable à celui de l'an 79 au Vésuve.

Le type normal à l'Etna appartient au second groupe; il est à la fois *explosif* et *effusif*. Mais, tandis qu'au Vésuve ce sont les éruptions latérales qui sont les plus fréquentes et, par suite, les plus caractéristiques de son activité, celles-ci sont plutôt exceptionnelles dans le volcan que nous étudions. Ainsi, dans les vingt éruptions effusives enregistrées depuis le commencement du XIXe siècle, deux seulement peuvent être rapportées à ce type : celles de 1838 et de 1869. Les éruptions de 1831, 1842 et 1863 pourraient, à la rigueur, lui être rattachées; mais il est plus logique de les considérer, avec M. Mercalli, plutôt comme le début des éruptions plus importantes qui les ont suivies de près et qui ont été d'un genre différent.

Par contre, alors qu'au Vésuve les éruptions excentriques n'ont été réalisées que trois fois (1760, 1792, 1861) depuis le début de la période historique, à l'Etna, au contraire, ce type peut être considéré comme caractérisant le mieux le mode d'activité du volcan, puisque, sur les vingt éruptions dont il vient d'être question, il a été constaté quatorze fois, c'est-à-dire dans les trois quarts des cas (1802, 1809, 1811, 1819, 1832, 1843, 1852, 1865, 1874, 1879, 1883, 1886, 1892, 1908).

En outre, à l'Etna, des phénomènes explosifs plus ou moins intenses se produisent toujours sur la fente excentrique ouverte par l'éruption : ils y édifient d'ordinaire des *cônes adventifs*, qui constituent l'un des traits les plus caractéristiques du volcan sicilien, alors qu'ils sont à peu près inconnus au

[1] J'ai reçu un accueil particulièrement aimable de mes amis les savants siciliens : MM. les Professeurs A. Riccò, Bucca et Gaetano Platania.

[2] A. Riccò : *C. R.*, t. CXLV, 1907, p. 289.

[3] Numéros du 30 octobre et du 15 novembre 1906.

Vésuve. Notons aussi que les épanchements de lave à l'Etna sont d'ordinaire fort rapides et que, même lorsque les éruptions se prolongent pendant quelques mois, comme cela eut lieu en 1669 et en 1852, par exemple, on n'assiste pas à ces émissions lentes de lave très visqueuse, telles que celles de 1891, de 1895, au Vésuve, qui produisent de grandes accumulations rocheuses à proximité de leur point de sortie.

Pour compléter cette comparaison entre les deux volcans, on peut dire enfin qu'en moyenne les éruptions de l'Etna sont plus courtes, plus violentes et moins fréquentes que celles du Vésuve.

Après l'étude détaillée que je venais de faire d'une éruption latérale au Vésuve, une éruption excentrique à l'Etna — et le récent paroxysme a été de ce type — avait une grande importance pour moi; c'est cette considération qui m'a conduit à partir en Sicile à la première nouvelle d'une éruption produite dans le Val del Bove.

L'arrêt brusque des phénomènes explosifs au bout de quelques heures a rendu particulièrement intéressantes les observations, en laissant la fente éruptive béante sur toute sa longueur, alors que la prolongation des explosions eût déterminé, comme d'ordinaire, son ensevelissement plus ou moins complet sous des matériaux projetés.

II. — Succession des phénomènes de l'éruption de 1908.

Le siège de l'éruption récente ne se trouve pas sur le flanc méridional de l'Etna, dans la région où se sont produits les derniers paroxysmes effusifs, ceux de 1883, de 1886 et de 1892. L'éruption s'est produite un peu au-dessous de la bouche de 1819, dans les escarpements dominant le fond du Val del Bove (fig. 1), cette profonde vallée qui déchire le flanc sud-est du volcan et qui est connue de tous les géologues, non seulement pour le rôle qu'elle a joué dans les discussions relatives à l'histoire de l'Etna, mais encore dans celle, plus générale, de la théorie des cratères de soulèvement[1].

Depuis la période historique, de nombreuses éruptions[2] ont déversé déjà leurs produits dans le Val del Bove : ce sont les suivantes : 1285, 1446, 1682, 1688, 1702, 1748, 1755, 1759, 1792, 1802, 1811, 1819, 1838, 1842, 1852, 1869.

Voici quelle a été la succession des phénomènes récents, d'après les renseignements que j'ai recueillis moi-même sur place et d'après ceux qui m'ont été obligeamment fournis par MM. Riccò, Gaetano Platania[3] et T. G. Bonney.

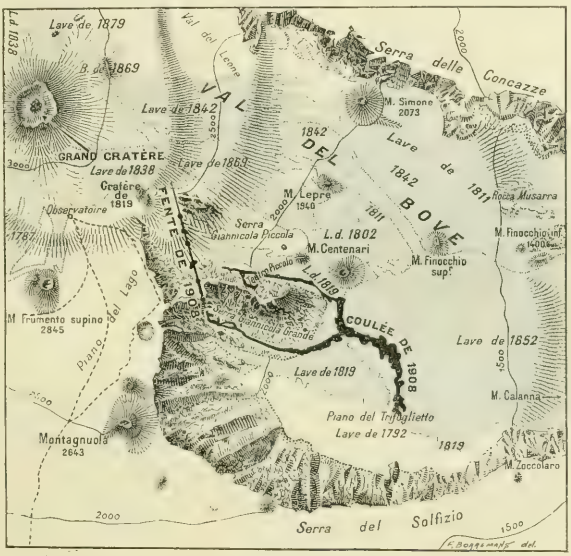


Fig. 1. — *Le Val del Bove, d'après la carte d'E. Chaix.* La lave récente est figurée en noir.

Le 29 avril, à partir de 5 h. 20 du matin, les instruments séismiques de l'Observatoire de Catane enregistrent de petits mouvements du sol, qui vont en s'accentuant jusqu'à 6 h. 22, heure à laquelle s'ouvre la fente excentrique, aussitôt jalonnée par des bouches éruptives. A 5 h. 55, un dégagement de vapeurs noires avait été constaté au cratère central; pendant toute la journée, celui-ci et les bouches nouvelles (fig. 2) fournissent des projec-

[1] Voir l'article de F. Fouqué sur l'Etna dans : *La Revue générale des Sciences en Sicile. Guide du savant et du touriste*, Paris, 1901, et dans la *Revue* du 30 janvier 1901.

[2] Les renseignements sur les éruptions anciennes, au sujet desquelles je ne fournis pas de références bibliographiques, ont été empruntés à l'ouvrage de Sartorius von Waltershausen : *Der Ætna*, édité par von Lasaulx; on y trouve un exposé analytique de tous les travaux publiés sur ce volcan antérieurement à 1882. Voir aussi G. Mercalli : *I vulcani attivi della terra*, 1907.

[3] Au cours de ma mission, j'ai envoyé aux *Comptes rendus* deux notes préliminaires (séances du 25 mai et du 1er juin, t. CXLVI, p. 1071 et 1134). Depuis lors, les notes suivantes ont été publiées par : M. A. Riccò : L'eruzione etnea del 29 aprile 1908. *Bull. Accad. Gioenia Sc. nat.*, Catania, 1908, et par M. Giovanni Platania : Note sul eruzione etnea del aprile 1908. *Revist. geogr. ital.*, t. XV, 1908.

tions d'intensité alternante. Des cendres tombent sur le volcan et sont transportées jusqu'à Acireale, entre 8 h. 30 et 11 heures environ.

Deux courants de lave s'échappent de l'extrémité méridionale de la fente et, après s'être réunis, viennent s'étaler sur les laves antérieures, qui couvrent le fond du Val del Bove; à minuit, ils étaient presque arrêtés.

La figure 1 montre le parcours suivi par cette lave récente. Les contours ne doivent être considérés que comme approximatifs, le temps dont j'ai disposé ne m'ayant pas permis de faire un levé précis.

Le 30 avril, à 10 h. 10 du matin, l'extrémité de la coulée n'avançait plus qu'avec une extrême lenteur; le lendemain, elle était virtuellement immobile.

Pendant cette même journée du 30 avril, le cratère a continué à donner des projections avec une intensité intermittente; la dernière de quelque importance a eu lieu à 5 h. 20 du soir; quant aux bouches nouvelles, elles étaient à peine actives.

Depuis lors, les seules traces d'activité observées ont été fournies par le cratère central, qui a fumoté ou donné, de temps en temps, des explosions de vapeurs ou de cendres plus ou moins violentes; les bouches récentes ont émis tout d'abord par intermittence d'imperceptibles bouffées de vapeurs, puis ont bientôt cessé complètement de fonctionner.

L'arrêt de l'activité éruptive a été le signal de la reprise des tremblements de terre, qui se sont fait sentir sur le versant sud-est du volcan (Zafferana, Bongiardo, Santa-Venerina) jusqu'à Acireale.

Ce rapide exposé étant fait, je vais passer en revue successivement chacun des phénomènes et étudier leur rôle dans les éruptions de l'Etna, considérées à un point de vue plus général.

Fig. 2. — *L'Etna, vu des environs de Catane. Colonne vulcanienne s'élevant des bouches nouvelles.* (Photographie faite le 29 avril et communiquée par M. de Lorenzo.)

III. — La fissure éruptive et son fonctionnement.

§ 1. — La fissure.

1. *La situation de la fissure.* — La position de la fissure de l'éruption est facile à définir, car sa portion principale est comprise entre deux accidents topographiques du flanc sud-est de l'Etna (fig. 1), la *Serra Giannicola Grande*, au sud, et la *Serra Giannicola Piccola*, au nord, célèbres par le grand nombre des dykes de laves anciennes qu'ils renferment (fig. 5) et qui rappellent aux géologues français ceux du Val d'Enfer ou de la vallée de Chau-

defour au Mont-Dore. Cette fissure se prolonge, en outre, plus au nord. Sa direction moyenne est

Fig. 3. — *La fissure et les bouches explosives du nord au sud.* — On voit la Serra Giannicola Grande et le col du Castello auquel aboutit la fissure. (Photographie faite en descendant du cratère de 1819 dans le Val del Bove.)

nord-nord-ouest; mais, après avoir traversé la Serra Giannicola Grande, à un petit col d'altitude d'environ 2.275 mètres, situé entre les rochers Guardiano et Castello, elle se redresse un peu dans la direction du méridien. Sa longueur est supérieure à un kilomètre et demi; l'altitude de son extrémité septentrionale dépasse 2.500 mètres. Sa portion principale, comprise entre les deux Serra, consiste en une fente grossièrement rectiligne, réunissant une série d'ouvertures (fig. 3 et 4), qui ont été uniquement le siège d'explosions (*bouches explosives*); il en existe au moins sept principales. Ce sont de grandes cavités (fig. 5 et 6), grossièrement circulaires ou elliptiques, rappelant celles produites par une explosion de dynamite; au moment de ma visite, leur profondeur était encore de 15 à 20 mètres, mais elle a dû diminuer rapidement par éboule-

Fig. 4. — *La fissure et ses bouches explosives.* (Photographiée du col de Castello, visibles sur la figure suivante.) Cette figure montre, par suite, la fissure vue du sud au nord. Les taches blanches sont dues aux sublimations des fumerolles chlorhydriques.

Fig. 5. — *La Serra Giannicola Grande (vue du côte nord) et ses dykes; à gauche, extrémité des dykes du Teatro Piccolo.* Les dykes les plus élevés sont ceux du Castello à droite; au premier plan se voient deux des bouches explosives. (Cette photographie et la suivante ont été communiquées par M. Frank A. Perret.)

ment : leur diamètre, qui est variable, est en moyenne deux ou trois fois plus grand. Le sol sur lequel elles se sont ouvertes étant très en pente et formé par les matériaux de projection d'éruptions antérieures, le bord méridional de ces bouches est plus élevé que le septentrional (fig. 4).

Ces cavités sont en partie comblées par les débris de leurs parois entaillées à pic; l'une d'elles, de petite dimension, située au sud du col du Castello, montrait encore, le 20 mai, sur une de ses parois, la neige à vif, sur environ 2 mètres de hauteur. Cette bouche est visible sur la figure 14 (à gauche).

Fig. 6. — *Les bouches explosives les plus rapprochées du col du Castello.*

Au delà de la Serra Giannicola Piccola ne se trouvent plus de bouches; la fissure était seulement jalonnée par des sublimations de fumerolles.

Fig. 7. — *Fente béante dans le fond du cratère de 1819.*

2. *Production d'un champ de fractures accessoires.* — Cette fissure n'est pas la seule lésion du sol occasionnée par l'éruption. Au sud-est du cône terminal, entre celui-ci et la fissure, nous avons constaté, en effet, un grand nombre de fentes, petites ou grandes, de directions assez variées, mais oscillant autour du méridien magnétique. Elles étaient donc grossièrement parallèles à la fissure éruptive.

Plusieurs de ces fentes pouvaient être suivies sur quelques centaines de mètres, à travers d'anciennes coulées ou des couches de lapilli. L'une d'elles (fig. 7), située à environ 2.840 mètres d'altitude, dans le cratère de 1819, était largement béante. Elle avait par places 1 mètre de largeur et plusieurs mètres de profondeur : elle se prolongeait sur les flancs de ce vieux cratère par une simple fêlure du sol. Au voisinage de cette fente principale s'en trouvaient d'autres plus petites, qui sont les seules d'où s'échappaient quelques émissions gazeuses (vapeur d'eau sans odeur). Ce champ de fractures, se prolongeant sur le bord du Piano del Lago, mesurait environ 500 mètres de largeur, de l'est à l'ouest.

Fig. 8. — *Fêlures du sol enregistrées par les névés, à l'ouest du cratère de 1819.*

3. *Influence des névés sur la mise en évidence des fractures.* — Une particularité curieuse m'a per-

mis de serrer de plus près l'étude de ce système de fractures; celles-ci ne pouvaient être suivies que sur les surfaces à peu près planes ou peu inclinées, car, sur les pentes raides formées par des cendres ou des scories, elles avaient disparu sous l'influence de tassements ou de petits éboulements.

Il n'en était plus de même sur les larges névés, qui, en de nombreux points, cachaient encore le sol, le 21 mai. Leur surface, à peu près régulière, à peine noircie par de la poussière volcanique, avait enregistré d'une façon frappante les moindres fêlures du sol sous-jacent. On pouvait y constater que celles-ci n'étaient pas toutes rectilignes, que beaucoup d'entre elles étaient curvilignes, à grand rayon de courbure. Enfin, si les principales fissures possédaient des directions grossièrement parallèles entre elles, elles étaient réunies par de nombreuses cassures transversales (fig. 8 et 9).

Fig. 9. — *Fêlures du sol enregistrées par les névés, au nord-ouest du cratère de 1819.*

Par la netteté géométrique de ces lignes de fractures, ces névés m'ont rappelé les glaces fissurées des expériences synthétiques de Daubrée. Leur réseau était comparable à une marqueterie, dont les pièces auraient joué les unes par rapport aux autres, en ne subissant que des rejets minimes, mais cependant très distincts.

Le phénomène a dû être certainement plus saisissant encore aussitôt après l'ouverture des fentes, car, à partir de ce moment, les irrégularités de la surface des névés se sont progressivement nivelées, par suite de la fonte de la neige.

Fig. 10. — *La fissure* (parallèle à la ligne de crête) *réunissant la Serra Giannicola Piccola* (à *droite*) *et la Serra Giannicola Grande* (à gauche) *et les deux branches de la coulée se réunissant au pied de cette dernière.* — Au premier plan, lave de l'éruption de 1852.

Il est fâcheux que mes observations aient été faites aussi tardivement; en effet, les tremblements

de terre consécutifs à l'éruption étaient alors à leur maximum de violence, et, par suite, il n'est pas possible de savoir s'il faut attribuer à leur action la production de ce réseau de fissures ou

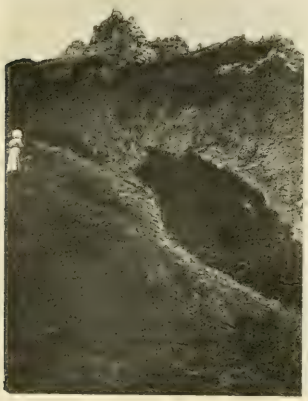


Fig. 11. — *La partie supérieure de la bouche effusive.* Sur la crête, dyke ancien du Castello.

bien s'il ne date pas plutôt de l'ouverture de la fente éruptive principale.

§ 2. — Les phénomènes produits aux bouches explosives.

Les matériaux qui entourent les bouches explosives sont surtout constitués par des débris du vieux sol, mélangés à une proportion relativement faible de magma neuf; les explosions qui les ont projetés ont donc été surtout vulcaniennes, et cette conclusion est confirmée par la description que les témoins ont faite des nuages volcaniques qui sont sortis de cette région de la montagne (voir aussi la figure 2). Cependant, M. Riccò a signalé que le 29 avril, à 3 heures du soir, le gardien de l'Observatoire, placé au pied de la Montagnola, à la Schiena dell' Asino, a vu[1] des jets de feu s'élever de cette fente; elle a donc été aussi le siège de projections stromboliennes.

§ 3. — Les phénomènes produits à la bouche effusive.

1. *Les coulées de lave.* — La lave est sortie par deux groupes d'ouvertures situées à l'extrémité méridionale de la fente. Une première coulée, la moins importante, a longé le flanc de la Serra Giannicola Grande (fig. 10 à droite), passant près du Teatro Piccolo, ainsi appelé à cause de la disposition de ses beaux dykes verticaux[1], laissant à gauche le plus petit des cônes de 1852, puis tombant sur une pente raide au pied de la Serra, où elle rejoint la seconde bouche (fig. 14 et 15). Elle n'est pas sortie directement des bouches éruptives, mais d'ouvertures, actuellement obstruées, qui se trouvent au-dessous. Il me paraît probable que celles-ci correspondent à de petites fissures secondaires, aboutissant à la fente principale et ouvertes dans les matériaux peu cohérents que traverse cette dernière.

La coulée la plus importante a été émise par l'extrémité inférieure de la fissure principale et sur le versant méridional de la même Serra (fig. 10, à gauche). Cette portion effusive de la fissure longe très sensiblement l'un des dykes anciens du Castello. Rectiligne et encore béante, elle est orientée presque nord-sud. C'est un fossé, d'une centaine de mètres de longueur sur quinze à vingt de largeur (fig. 11), dont les parois à pic sont entaillées dans les tufs anciens ou limitées par un dyke du Castello.

La lave, à surface très scoriacée, remplit ce fossé jusqu'à environ 2 mètres de ses bords. Ceux-ci sont recouverts par une sorte de bouclier de lave se déversant vers l'extérieur et jouant le rôle de moraine latérale (fig. 12); il est parcouru par des fissures parallèles aux bords, d'où s'échappaient encore, le 10 mai, des fumerolles très chaudes, qui en rendaient l'abord difficile.

Au cours de l'éruption, la lave ne s'est donc pas simplement écoulée vers le bas de la montagne

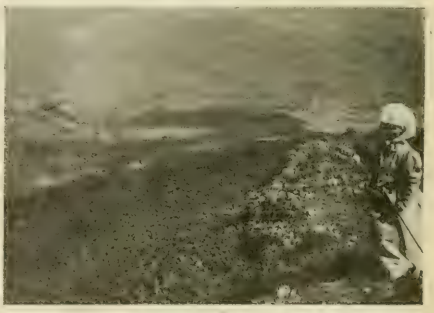


Fig. 12. — *La partie supérieure de la coulée méridionale.* (Photographie faite presque du même point que la précédente, mais en regardant le Val del Bove, sur le fond duquel se détache en noir la lave récente.)

par la fente largement ouverte; elle a, en outre, bavé de part et d'autre sur ses lèvres. C'est grâce à cette particularité que s'est produit, à l'est de la fissure,

[1] Il a pu distinguer trois bouches; la supérieure, plus grande (c'est l'une de celles dont il est question ici), rejetait des lapilli et de la cendre, et l'inférieure (c'est la bouche effusive, dont il sera question plus loin) émettait de la lave.

[1] L'extrémité du Teatro Piccolo est visible sur le bord gauche de la figure 5.

un rudiment de coulée, qui est venu encercler la partie supérieure d'un lambeau de terrain ancien (contenant un dyke), qui forme aujourd'hui un îlot au milieu de la lave récente (fig. 13). Sur un des côtés de celui-ci a fonctionné aussi une petite

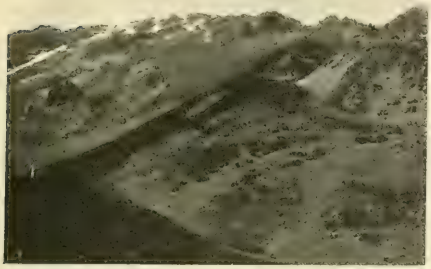


Fig. 13. — *La branche méridionale de la coulée descendant sur le flan de la Serra Giannicola Grande.* — Elle est bordée à droite par une petite coulée boueuse.

bouche, qui a fourni, *sans projections*[1], un petit courant de lave, bientôt réuni à la coulée principale. Il est vraisemblable que cet orifice accessoire a été alimenté par une fêlure du sol, transversale à la fissure principale et traversant souterrainement le dyke ancien, qui est à peu près parallèle à celle-ci.

A la sortie de la fente, la coulée s'étale bientôt, enveloppe encore un nouvel îlot de terrain ancien (fig. 13), puis, après être descendue sur une pente atteignant 35 à 40°, arrive au pied de la Serra Giannicola Grande; elle est bordée par des moraines, dont les dimensions diminuent en même temps que l'inclinaison du sol. La coulée, après s'être réunie à la branche septentrionale (fig. 15), s'est répandue ensuite, au fond du Val del Bove[2] sur une surface relativement plane, occupée par les laves de 1819 et de 1852. Elle s'est arrêtée dans la direction du sud-sud-est, à environ 350 mètres du pied de la Serra del Sulfizio (fig. 14).

La coulée mesure en moyenne une cinquantaine

Fig. 14. — *La lave récente apparaissant en noir dans le Val del Bove sur la lave de* 1852 (à gauche), *et de* 1819 (à droite). — Les crêtes du dernier plan sont celles de la Serra del Solfizio, au pied de laquelle se voit la lave de 1792. Les traînées blanches sont les portions planes nivelées par les eaux pluviales.

de mètres de largeur et de deux à trois mètres d'épaisseur.

Il est impossible de préciser quelle a été la vitesse du courant de lave, car les observations précises manquent à cet égard. C'est seulement à 3 heures du soir, le 29 avril, que le gardien de l'Observatoire, en arrivant à la Montagnola, a vu la lave couler. M. A. Riccò a cité le récit d'un muletier qui a passé la nuit au voisinage de la coulée et a raconté qu'à minuit la lave était presque arrêtée. Si la sortie de la lave a coïncidé avec les premiers phénomènes explosifs, l'épanchement a duré un maximum de dix-huit heures. Quand M. A. Riccò est arrivé le 30 avril à l'extrémité sud-est de la coulée, celle-ci n'avançait plus que d'une façon insen-

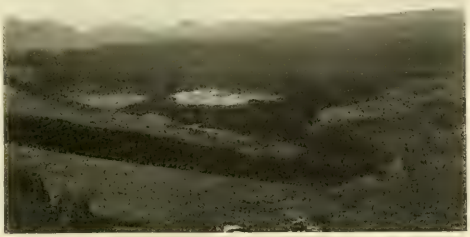


Fig. 15. — *Jonction des deux branches de la coulée au pied de la Serra Giannicola Grande.* — La coulée récente s'avance dans le Val del Bove entre les coulées de 1852 (à gauche) et celle de 1819 (à droite) ; la petite plaine blanche située entre la lave de 1908 et celle de 1852 est couverte par une cinérite de formation récente.

[1] M. Gaetano Platania, qui observait d'Acireale avec une longue-vue, a comparé la sortie de cette lave au jet d'une fontaine. Ce savant a bien voulu m'accompagner dans mes excursions dans le Val del Bove.

[2] Le val del Bove fournit ainsi un nouvel exemple de la consolidation d'une lave sur des pentes de grand angle, fait qui, on le sait, était nié d'une façon si énergique par Élie de Beaumont : ce nouveau cas est comparable à celui de la lave de 1852 au Salto della Giumenta (35 à 40°) et à celui de la lave de 1865 (30 à 40°).

sible. Elle était superficiellement obscure et devenue extrêmement pâteuse, un bâton ne pouvant que difficilement y être enfoncé et seulement au fond de ses fentes. Au pied de la Serra Giannicola, sa température était si élevée qu'on ne pouvait s'en approcher à plus de 2 mètres.

La lave récente, dont la composition minéralogique sera étudiée plus loin, appartient par ses caractères extérieurs au type fragmentaire scoriacé (fig. 12), sauf cependant vers l'extrémité de la coulée où, sur une petite étendue, on distingue une surface cordée, grossière, morcelée par le retrait. En ce point, la lave renferme d'énormes cavités bulleuses à parois stalactiformes. Cette structure fragmentaire, qui est celle de la lave du Vésuve du 8 avril 1906, s'explique bien par la rapidité de

Fig. 16. — *La branche septentrionale de la coulée arrivant a un ressaut situé sur le prolongement du petit cône de 1852* (à droite) *et descendant sur une pente raide pour arriver au pied de la Serra Giannicola Grande.*

l'épanchement, alors que les portions cordées résultent d'un éclusage produit au moment où la lave était sur le point de s'arrêter.

2. *Phénomènes d'érosion dus à la lave.* — La branche septentrionale de la coulée, avant de se réunir à la branche principale, est arrivée sur un talus à pente très raide (fig. 16). Elle y a déterminé des phénomènes d'érosion qui peuvent être parallélisés avec ceux qu'aurait déterminé dans les mêmes conditions un torrent boueux. Elle est tombée tout d'abord en cascade, la pente étant trop forte pour que la lave ait pu s'y accumuler; elle s'est amincie alors; mais, la pente diminuant bientôt, le courant de lave a entamé le sol, peu cohérent (fig. 17), s'y creusant ainsi un lit encaissé par des parois verticales, qui peuvent atteindre 2 mètres de hauteur. Ce lit se distingue de la fente effusive béante, décrite plus haut, par sa sinuosité, par l'absence sur ses bords de produits de projection et de moraines.

Enfin, plus bas, la pente s'atténuant encore, ce lit devient de moins en moins profond; puis la lave s'étale en remblai à la surface du sol, et suivant la ligne de plus grande pente, change de direction pour aller se réunir à la coulée principale (fig. 16).

Les nombreux blocs de matériaux anciens non transformés, qui se trouvent à sa surface, s'expliquent facilement par les détails qui viennent d'être donnés.

3. *Phénomènes explosifs sur la fente effusive.* —

Fig. 17. — *Phenomènes de creusement déterminés par la lave dans les matériaux meubles* (branche septentrionale). — La fissure éruptive se voit en haut, presque parallèle au bord supérieur de la figure.

La fente effusive a été le siège de violentes explosions stromboliennes; ce sont les jets de feu du récit du gardien de l'Observatoire. Elles ont donné des scories légères, très bulleuses, que l'on rencontrait à la surface du sol dans tout le Val del Bove et qui formaient une couche continue au voisinage immédiat du centre éruptif. C'est leur trituration qui a fourni la majeure partie des cendres tombées à Acireale. L'action du vent soufflant vers le sud-ouest est très manifeste dans la distribution de ces scories légères, car sur les hauteurs qui dominent la fissure éruptive, du côté du nord et du nord-ouest, on n'en trouve pas trace, même à son voisinage presqu'immédiat (à l'endroit où se trouvent les deux personnages de la figure 3, par exemple).

Les alentours de la fente effusive, dans un rayon

d'environ 25 mètres, sont couverts de débris du magma neuf, qui se présentent sous une forme différente, sous celle de grosses bombes, légères, à vastes cavités globulaires, de fragments contournés ou de morceaux informes. J'ai vu un bloc du vieux sol, sur lequel s'était aplati du magma tellement fluide qu'il n'avait constitué par sa consolidation qu'une sorte d'enduit très adhérent. Il me paraît vraisemblable que tous ces matériaux ont été rejetés par des projections peu violentes, résultant d'explosions *hawaïennes* plutôt que stromboliennes. Cette opinion peut s'appuyer, non seulement sur leur structure et sur leur étroite localisation aux alentours immédiats de la fente, mais encore sur une observation de M. Gaetano Platania qui, regardant des environs d'Acireale, avec une longue vue, cette bouche de sortie, a vu, entre 8 et 9 heures du soir, la lave incandescente s'en élever sous forme de masses continues, simulant le jet d'une fontaine, alors que de loin en loin apparaissait une gerbe de débris incandescents. L'existence de phénomènes hawaïens sur une fente excentrique de l'Etna ne serait pas d'ailleurs un fait nouveau; on peut trouver, en effet, la trace d'un fait du même genre dans la description de l'éruption de 1766 par Hamilton[1]; cet observateur sagace dit, en effet, qu'alors on put voir « la lave jaillir à grande hauteur en un jet liquide ».

§ 4. — Comparaison avec les phénomènes habituels aux éruptions de l'Etna.

1. *La fissure.* — La production de la fissure en 1908 s'est effectuée d'après le mode habituel à l'Etna. Les fissures éruptives s'y ouvrent d'ordinaire par le haut, là où se trouve le minimum de résistance du sol. La partie élevée de cette lésion est presque toujours exclusivement le siège d'explosions, alors que de la partie basse s'écoule la lave. Quelquefois, cependant, il se produit un épanchement en haut de la fente; mais il est d'ordinaire peu important et éphémère; c'est ainsi qu'en 1892 il s'est formé une petite coulée supérieure, alors que le grand épanchement s'est produit plus bas et plus tard. Par analogie, on peut supposer que si, en 1908, la production des deux branches de la coulée n'a pas été simultanée, la formation de la branche septentrionale a précédé celle de la branche méridionale; mais aucune observation directe ne permet de le démontrer.

2. *La situation de la fissure.* — Généralement, à l'Etna, les fentes sont radiales, c'est-à-dire que leur prolongement passe par le cratère; parfois même, comme en 1879, elles traversent de part en part le volcan. Il existe, cependant des exceptions à cette règle : en 1869, par exemple.

En 1908, elle n'a pas été rigoureusement radiale, mais elle s'écarte peu d'un rayon et, parmi les fissures d'importance secondaire, quelques-unes s'en rapprochent davantage. Peut-être est-ce sur le prolongement de l'une d'elles que se trouve une bouche que nous avons vue fonctionner dans le cratère et dont il sera question plus loin.

Je terminerai par quelques mots sur la notion des *plans éruptifs* de Ch. Sainte-Claire-Deville. Quand un grand paroxysme a déterminé une lésion grave dans le volcan, le point de moindre résistance ainsi produit a une grande tendance à redevenir le siège de réouvertures ultérieures. A ce point de vue, la direction nord-sud, passant par le cratère, a joué un rôle considérable dans l'histoire de l'Etna. C'est la direction de la fissure des éruptions de 1536-1537, 1669, 1766-1780, 1879, 1883, 1886 et de 1892. Dans ces cas de réouverture, il n'y a jamais eu coïncidence exacte dans la position de la bouche d'épanchement de deux éruptions. C'est ainsi qu'en 1879 la bouche méridionale s'est ouverte à 2.600 mètres d'altitude, la bouche de 1883 à 1.200 mètres, celle de 1886 à 1.400 mètres, et enfin celle de 1892 à 2.000 mètres. Il est vraisemblable qu'à la fin d'une éruption, la consolidation de la lave dans la fissure cicatrise fortement celle-ci et empêche ainsi en ce point précis la réouverture ultérieure du sol.

La fente de 1908 ne coïncide avec celle d'aucune autre éruption; elle se trouve au-dessous de celle de 1819; sa direction est intermédiaire entre cette dernière (nord 30° ouest) et celle de l'éruption de 1869 (nord 10° ouest). Si la prochaine éruption du volcan se produit dans la même région, il sera intéressant de rechercher les relations de sa fissure caractéristique avec celle de l'éruption qui vient de finir.

3. *La terminaison habituelle des éruptions excentriques de l'Etna.* — Le plus généralement, dans les éruptions excentriques de l'Etna, les phénomènes explosifs sont plus intenses et ne cessent pas aussi rapidement aux bouches nouvelles qu'en 1908. Ils sont parfois extrêmement violents et prolongés. Dans ce cas, la fente ne reste pas béante, comme celle que nous avons étudiée : les bouches explosives sont cachées bientôt sous des cônes, petits ou grands, formés par l'entassement régulier de débris du vieux sol et surtout des scories de lave nouvelle, rejetées par les explosions stromboliennes.

Il existe plusieurs centaines de cônes de ce genre sur les flancs de l'Etna; ils donnent à ce paysage volcanique un cachet des plus caractéristiques.

Ils sont particulièrement intéressants pour un

[1] Citation faite par M. Mercalli (*op. cit.*).

géologue familier avec la *Chaîne des Puys*. Celui-ci reconnaît, en effet, parmi eux des particularités typiques de cônes auvergnats, dont les noms lui reviennent à la mémoire : cônes réguliers et autres égueulés; cônes isolés ou bien groupés en plus ou moins grand nombre, souvent alignés en traînées rectilignes jalonnant une fissure; cônes emboîtés, etc. Les uns ont donné naissance à une coulée de lave, partie de leur base, alors que d'autres en sont dépourvus. Leurs dimensions ne sont pas moins variées, puisqu'elles s'échelonnent depuis quelques mètres d'élévation au-dessus du sol voisin jusqu'à plus de 250 mètres.

Pour l'intelligence des phénomènes dont notre Chaîne des Puys a été le siège, il est intéressant de remarquer que beaucoup de ses cônes ont des dimensions comparables à celles des cônes adventifs de l'Etna édifiés par une éruption unique, de durée parfois fort courte et connue. Voici, à cet égard, quelques renseignements sommaires sur des éruptions relativement récentes :

Le 28 août 1874, sur une fissure de 3 kilomètres en longueur, se sont édifiés 35 petits cônes[1], dont le plus grand mesure 50 mètres de hauteur; il a été construit en sept heures.

Les deux cônes jumeaux (Monte Umberto-Margherita) de l'éruption de 1879, ayant 250 à 300 mètres de diamètre de base et 90 mètres de hauteur moyenne [170 mètres de hauteur maximum et 10 mètres de hauteur minimum (cônes égueulés)], ont été formés en cinq jours. Neuf jours ont suffi, en 1886[1], pour l'édification du Monte Gemmellaro; il a cependant 140 mètres de hauteur et 500 mètres de plus grand diamètre de base.

Enfin, trois ou quatre mois ont été nécessaires pour la production, en 1669, du cône double des Monti Rossi, qui mesure 3 kilomètres de circonférence à la base et 251 mètres de hauteur[2].

La figure 18 montre les cônes alignés des Monti Silvestri, atteignant une hauteur de 100 mètres environ et qui datent de la grande éruption de 1892; je dois cette photographie à M. Bucca.

Fig. 18. — *Les Monti Silvestri en activité, au cours de l'éruption de* 1892.

[1] Les cônes alignés sur une même fente se produisent tantôt à la partie supérieure de celle-ci (1874) et tantôt à sa base (1669).

IV. — Le rôle du cratère central.

Au cours de l'éruption, le cratère a été uniquement le siège d'explosions vulcaniennes, ainsi qu'en témoignent à la fois les observations directes et l'examen minéralogique des produits projetés.

Le tableau suivant résume les minutieuses observations publiées par M. A. Riccò; il met en évidence un balancement entre l'activité explosive du

[1] Le plus grand des Monti Centenarii (éruption de 1852, dans le val del Bove) a 170 mètres de hauteur; le Monte Sartorio (éruption de 1865) en a 76; ce dernier a été formé par la réunion, à la fin de l'éruption, de plusieurs cônes plus petits, distincts au début du paroxysme.

[2] On sait que le cône de débris (trachyte) du Monte Nuovo (Champs Phlégréens), mesurant environ 2.500 mètres de circonférence de base et 134 mètres de hauteur, a été édifié (1538) par de violentes explosions, qui n'ont duré que quarante-huit heures.

cratère central et celle des bouches explosives récentes :

	CRATÈRE CENTRAL	BOUCHES NOUVELLES
29 Avril.		
6h 1m.	Explosions vulcaniennes grises.	0
6 22.	Diminuent.	Explosions vulcaniennes obscures.
7 30.	»	Augmentation d'intensité et d'opacité.
8 22.	Faibles.	2 colonnes de vapeur, la supérieure plus claire, l'inférieure obscure.
8 48.	Faibles.	
10 3.	Presque 0.	Une seule colonne de vapeur.
10 10.	Grandes explosions vulcaniennes.	Colonne faible et légère.
10 23.	Presque 0.	Très grandes colonnes obscures (Max. explosif).
11 8.	Presque 0.	Diminuent.
12 13.	Activité médiocre, s'accentuant.	Diminuent.
12 26.	Va en croissant.	Stationnaire
12 43.	Beaucoup de vapeurs obscures.	Beaucoup de vapeurs obscures.
13 16.	Faibles.	Grande activité.
15 15.	Vapeurs blanches.	Vapeurs s'éclaircissent.
16 30.	»	Vapeurs s'éclaircissent.
17 40.	Vapeurs notables.	»
20 30.	0	A la nuit, explos. stromboliennes lumineuses.
21 30.	0	
30 Avril.		
4h 30m	Vapeurs grises.	0
5 10.	Vapeurs médiocres.	0
5 30.	Vapeurs fortes.	0
6 6.	Vapeurs fortes.	0
9 10.	0	Grandes colonnes obscures.
17 49.	»	
3 Mai.		
4h. .	Vapeurs assez fortes.	0

Plus de vingt jours après la cessation de tout phénomène important, il s'est produit au cratère central, pendant toute la journée du 20 mai, des explosions fort intéressantes, que j'ai pu étudier de près, car, ce jour-là, je faisais l'ascension de l'Etna, en compagnie de M. A. Riccò, qui avait bien voulu m'accompagner et m'offrir l'hospitalité à son Observatoire, situé, comme on le sait, à 2.942 mètres d'altitude, au pied du cône terminal et à 1 kilomètre seulement du cratère.

Nous étions partis de Catane de bonne heure. Au moment où nous arrivions à Nicolosi, vers 7 h. 55 du matin, se produisit une violente explosion vulcanienne, donnant naissance à une haute colonne de vapeurs, chargées de cendres, lentement entraînées par le vent vers le sud-ouest.

Des explosions du même genre, diminuant peu à peu de violence et de hauteur, se sont répétées sans interruption jusqu'au commencement de la nuit. Nous avons pu les suivre pendant tout le cours de l'excursion, puis les étudier de près. Dès la sortie du cratère, elles se dirigeaient vers le flanc sud-ouest du cône terminal, sans s'élever à plus de 200 mètres au-dessus de celui-ci (à partir de 4 heures du soir). Elles roulaient, en développant leurs volutes plutôt dans le sens horizontal que dans le vertical (fig. 19 à 22); tantôt, dans leur marche, elles restaient comme suspendues à quelques mètres du sol, avant de toucher sa surface, tantôt elles roulaient sur celui-ci dès l'origine. Il s'en détachait de temps en temps de petites trombes, à mouvement giratoire, semblables à celles qui étaient si fréquentes au Vésuve en 1906; mais leur marche était plus rapide.

Ces nuées, à volutes d'opacité variable, sortaient du cratère d'une façon continue, l'une succédant à l'autre, sans interruption. Leur marche sur la pente ne dépassait pas 4 à 5 mètres à la seconde. Arrivées à la base du cône terminal, elles s'accumulaient sur les pentes inférieures du volcan, sous forme d'un nuage diffus, immobile, qui laissait tomber lentement sa cendre.

Ces nuées étaient essentiellement constituées par de la poussière extrêmement fine, accompagnée de vapeur d'eau. Malgré la netteté de leurs contours, quand on les observait à quelques centaines de mètres de distance, elles étaient bordées par une étroite zone de diffusion avec l'air extérieur. J'ai pu pénétrer dans celle-ci, sans éprouver autre chose que de la gêne respiratoire, due à la poussière fine en suspension. Celle-ci était tiède; elle formait un enduit boueux à la surface des névés, sans y déterminer de fusion importante. Je n'ai constaté aucune odeur spéciale.

La façon dont ces nuées roulaient sur les pentes de la montagne a évoqué dans mon esprit le souvenir des nuées péléennes du type de Saint-Vincent; elles en différaient cependant par leur moindre opacité, par leur température peu élevée, par l'extrême lenteur de leur marche et par la continuité de leur émission. Mais, dans les deux cas, la cause initiale me paraît avoir été la même. Elle résidait dans une explosion produite au fond du cratère, explosion qui pouvait être violente, mais était insuffisante, cependant, pour rejeter au loin dans l'espace les matériaux solides, expulsés en même temps que les produits gazeux. Elle ne pouvait que les élever à une faible hauteur au-dessus des bords du cratère. A Saint-Vincent, la proportion des matériaux solides rejetés, et à haute température, était considérable; la nuée, possédant une grande masse, était entraînée par la pesanteur sur les pentes du volcan avec une vitesse très considérable, tandis qu'à l'Etna l'action de la pesanteur n'était que très minime, en raison de la faible proportion de matière solide en suspension, uniquement constituée par la poussière fine.

La quantité de cendre déposée pendant plus de douze heures n'a guère dépassé un centimètre d'épaisseur. Elle a recouvert environ le tiers de la surface du cône terminal.

La température très peu élevée a dû jouer aussi un rôle dans le phénomène. Il semble que ce soit surtout sous l'action du vent dominant que ces singuliers nuages volcaniques se mettaient en marche sur les pentes de la montagne.

La production d'explosions vulcaniennes dans le cratère central, alors que les bouches situées sur la fissure ont donné, non seulement des explosions de ce genre, mais encore des explosions stromboliennes, est conforme à ce qui arrive dans la plupart des explosions excentriques de l'Etna. Au cours de certaines éruptions, ces explosions vulcaniennes centrales ont été formidables, et même, en 1669, quelques-unes de celles-ci ont décapité le cône terminal et ont été accompagnées d'effondrements suffisants pour changer complètement la forme du sommet de la montagne. C'est là un point de comparaison avec les éruptions du Vésuve du type 1906, mais avec cette différence qu'à l'inverse de ce qui est arrivé dans celles-ci, ces grandes explosions ont été intercalées au milieu de phases d'épanchement, au lieu de signaler la fin du paroxysme.

On s'explique aisément la cause de ces phénomènes centraux. L'ouverture de la fissure périphérique et la coulée latérale, qui en est la conséquence, ne permettent pas au magma de monter jusque dans la cavité cratériforme et rendent, par suite, impossible la production dans celui-ci d'explosions stromboliennes. On connaît cependant des cas (1865, 1883) dans lesquels l'ouverture de la fente excentrique a été assez tardive pour que le magma ait pu monter tout d'abord jusque dans le cratère. Le début de l'éruption a été alors, bien entendu, caractérisé par des explosions stromboliennes.

A peine est-il besoin de dire que ces dernières sont fréquentes, comme au Vésuve, dans les éruptions terminales et dans les éruptions latérales produites au voisinage du sommet. En 1838, par exemple, trois petits cônes de projection strombolienne s'étant édifiés dans le cratère central, de l'un d'eux a débordé une coulée qui s'est épanchée tranquillement avec seulement de faibles explosions, lançant du magma incandescent. En 1842, la lave a débordé au sud du cratère pendant que des explosions stromboliennes édifiaient dans l'intérieur de celui-ci un cône de débris à deux pointes.

Fig. 19.

Fig. 21.

Fig. 20.

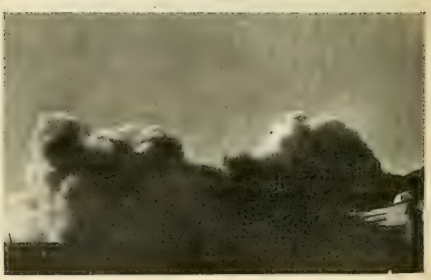


Fig. 22.

Fig. 19 à 22. — *Nuée explosive, roulant sur les flancs du cratère.* (Photographies faites en montant au cratère, et près de l'Observatoire.)

Revenons à l'éruption récente; le 21 mai, j'ai trouvé le cratère central dans un état fort différent de celui que j'avais constaté en septembre 1905. Il était à ce moment moins large et moins profond; il avait environ 350 mètres de profondeur avec de 650 à 800 mètres environ de diamètre. Les parois et le fond, à forme irrégulière, étaient

couverts de sublimations aux vives couleurs, produites par l'activité de nombreuses fumerolles.

Le jour de notre ascension, il se terminait en entonnoir. Ses bords très fendillés s'éboulaient sans cesse; ils étaient creusés de fissures, d'où s'échappait beaucoup de vapeur d'eau, mélangée d'anhydride sulfureux. Les parois étaient teintées de gris par la cendre des dernières explosions.

Aux deux tiers environ de la paroi orientale, se trouvait une bouche, assez large, allongée dans la direction nord-ouest-sud-est et ouverte vers le nord-ouest. Elle était en violente activité; la projection des cendres de la veille avait cessé, mais, à des intervalles rapprochés, des explosions, accompagnées de violentes détonations, se produisaient avec émission de vapeur à odeur sulfureuse. Chaque explosion déterminait une légère aspiration de la vapeur rejetée par l'explosion précédente. Les nombreuses fissures des bords du cratère que nous avons dû franchir dégageaient de la vapeur d'eau en grande abondance.

Fig. 23. — *Le cratère de l'Etna en juin* 1908 (Photographie communiquée par M. Frank A. Perret).

Fig. 24. — *Explosions vulcaniennes partant d'une bouche située au fond du cratère.*

Depuis lors, M. Frank A. Perret a fait plusieurs ascensions du volcan et a pu photographier une autre bouche située dans le fond même du cratère; elle est visible sur la figure 24, qui est la reproduction d'une photographie que de savant a bien voulu me communiquer[1].

[1] M. Frank A. Perret a assisté le 12 août à un petit paroxysme explosif du genre de ceux qui se sont répétés depuis lors. Dans un mémoire récent (*Science*, 28 août 1908), il a discuté les relations qui existent à ses yeux entre les éruptions volcaniques et certaines coïncidences d'ordre astronomique.

V. — Relation des matériaux éruptifs et de la neige : phénomèmes boueux.

Lors de l'éruption, les alentours de la fente et des parties hautes des coulées étaient couverts d'une couche épaisse de neige. Celle-ci n'a été fondue qu'au contact immédiat de la lave; je l'ai trouvée intacte à quelques mètres des coulées, et j'ai relaté plus haut que les parois d'une des bouches explosives étaient constituées par un névé, coupé comme à l'emporte-pièce.

Dans la direction du sud-ouest et à une grande distance de la fente, la neige était saupoudrée de petits fragments scoriacés, très vitreux, qui, à quelques centaines de mètres de la bouche effusive, formaient une couche continue de plusieurs centimètres d'épaisseur. La figure 25 montre l'appa-

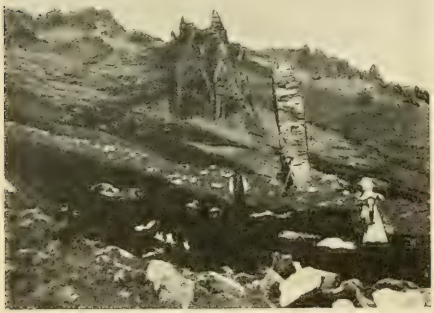


Fig. 25. — *Les névés au voisinage de la bouche effusive.* — Ils sont couverts de scories : la neige est visible dans la trace des pas. Beaux dykes de lave ancienne.

rence singulière de ces névés, qui ressemblaient à de larges taches d'encre, quand les scories étaient humidifiées par la fusion de la neige sous-jacente : l'empreinte de chaque pas faisait apparaître l'éclatante blancheur de celle-ci.

La structure de ces scories permet d'assurer qu'elles ont été rejetées à l'état incandescent et pâteux; leur refroidissement superficiel a été assez rapide et leur conductibilité suffisamment faible pour qu'à leur contact la neige n'ait fondu que superficiellement. Les avalanches, qui se produisaient çà et là, déterminaient la production d'un mélange stable de neige et de matériaux volcaniques.

Là où l'action du soleil était suffisamment énergique, la fusion de la neige s'effectuait lentement; par dessiccation superficielle, les surfaces extérieures se couvraient d'enduits cristallins, qui seront étudiés plus loin.

Des faits analogues ont été signalés déjà à plusieurs reprises au cours d'éruptions antérieures de l'Etna. C'est ainsi qu'en 1828 Lyell a vu, près de l'Observatoire actuel, de la neige intacte sous une coulée récente de lave; trente ans plus tard, il la retrouvait dans le même état[1]. De même, M. H. de Saussure[2] a observé, en 1879, la neige intacte à travers les fissures d'une coulée encore brûlante, ainsi qu'au voisinage de bouches rejetant des scories incandescentes.

Quand les matériaux à haute température sont en plus grande abondance, ils peuvent déterminer la fusion d'une quantité de neige assez grande pour produire des torrents boueux; ce phénomène a été vu en particulier en 1879. Rien de tel n'a été réalisé en 1908, au moins sur une grande échelle. J'ai seulement vu, sur le bord septentrional de la coulée descendant au sud de la Serra Giannicola Grande, une petite moraine de blocs accumulés par ce procédé; elle est visible sur la figure 13. De plus, la petite plaine, située entre la coulée récente et celle de 1852, était couverte par une cinérite à éléments fins, produite par voie aqueuse; elle apparaît en blanc sur la figure 15.

En étudiant la description des anciennes éruptions de l'Etna, je n'ai trouvé qu'un seul cas de très violents torrents boueux, consécutifs à un paroxysme; ils datent de l'éruption de 1755. Comme la nature de ce phénomène a donné lieu à de nombreuses discussions contradictoires, il me paraît intéressant de l'interpréter à la lumière des faits bien établis depuis quelques années au cours des éruptions des Antilles et du Vésuve.

Cette éruption est connue par la longue description qu'en a donnée le chanoine Recupero[3]. Au début de l'année 1755, l'Etna est entré en éruption. Le 2 mars, un violent paroxysme explosif s'est produit au cratère central. Le sommet de la montagne fut couvert par une prodigieuse quantité de cendre; deux petites coulées de lave partirent du sommet, et l'une d'elles s'écoula dans le Val del Bove, vers le Monte Lepre [voir la carte (fig. 1)]. Quelques jours plus tard, une nouvelle bouche effusive s'ouvrit dans le bas du Val del Bove, près de la Rocca Musarra, fournissant une coulée qui s'arrêta près de la Rocca Capra. Des montagnards, en allant voir les progrès de cette lave, constatèrent les traces du phénomène qui nous occupe. Ils virent, dit Recupero, que « l'Etna avait vomi une grande quantité d'eau bouillante, de pierres et de cendres, avec des coquilles marines, et que cette eau avait imprégné le sol de sel marin ».

Recupero fit le voyage de l'Etna pour étudier

[1] *Principles of Geology*, 1868, t. II, p. 38.
[2] *C. R.*, t. LXXXIX, 1899, p. 33.
[3] Agatino Recupero : *Storia naturale e generale dell' Etna*. Catania, 1815, t. II, p. 87.

cette merveille; il a donné une description saisissante de ses observations. Il constata l'existence d'une coulée boueuse, descendue du sommet du volcan vers la Serra Giannicola. Au-dessous du Monte Lepre, elle se divisait en deux branches, dont l'une se dirigeait vers le Piano del Trifoglietto et l'autre vers la Rocca Musarra. La première avait nivelé la surface raboteuse et pleine de cavités du vieux sol[1], fournissant des ramifications qui étaient venues mourir au pied du mont Zoccolaro, par suite de l'absorption de l'eau par le sol poreux; l'autre finissait dans la basse vallée de Calanna. La deuxième branche descendait entre le Monte Calanna et le Monte Finocchio, se divisant elle-même en plusieurs branches, qui avaient déterminé de violentes actions érosives dans le vieux sol des pentes. L'une et l'autre se terminaient par deux lacs de boue, au milieu des pâturages situés au pied du Monte Cagliato.

Recupero conclut que cette masse énorme de boue et de blocs de roches a été produite grâce à la pénétration de l'eau de mer dans une fissure du sol; parvenue jusqu'au foyer volcanique, elle aurait été rejetée ensuite par le cratère central. C'est la théorie si souvent émise pour expliquer les prétendues éruptions boueuses des volcans. Lyell a rejeté, avec juste raison, une telle interprétation. Il attribue le phénomène à la fusion de la neige récente et de la vieille glace (accumulées sur le volcan), sous l'influence des matériaux incandescents de l'éruption. Il paraît plus conforme aux observations récentes de faire intervenir, en outre, des pluies torrentielles, produites sur le sommet du volcan, et ayant entraîné sur les pentes la masse mouvante formée par la neige en voie de fusion, mélangée aux matériaux brûlants. Une température élevée a été observée dans les torrents boueux des Antilles; une fois desséchés, leurs produits étaient, eux aussi, recouverts par des efflorescences salines.

Lyell a cherché à donner une explication de la présence des coquilles marines signalées par Recupero; il a supposé que le courant boueux était descendu jusqu'à la mer, à Riposto, et qu'entre Milo et Giarre (300 à 400 mètres d'altitude), le torrent boueux avait pu entamer le Pliocène et lui arracher des fossiles. Cette hypothèse n'est pas légitime, car il résulte du texte et des planches de Recupero que le torrent boueux s'est arrêté dans la petite plaine située à l'est du Salto della Giumenta, c'est-à-dire dans la région exclusivement volcanique du Val del Bove. Je pense que, s'il faut attacher créance aux observations personnelles de Recupero, qui sont des plus explicites et faciles à interpréter, il est prudent de faire des réserves au sujet des racontars rapportés par lui. D'ailleurs, lui-même, après avoir parlé de ces coquilles marines, dit que beaucoup de voyageurs venaient voir ces merveilles, et il ajoute : « ed a far crescere di giorno in giorno i maravigliosi racconti ». Il me paraît bien vraisemblable que l'histoire des coquilles marines est un de ces enjolivements, ajoutés chaque jour par de nouveaux venus aux récits des visiteurs de la veille.

VI. — Les tremblements de terre.

On a vu, par l'exposé des phénomènes de l'éruption, que celle-ci a débuté, le 29 avril, par de petites secousses du sol, enregistrées à Catane. Elles ont été en crescendo jusqu'à 6 h. 22, au moment où d'abondantes projections, s'élevant du Val del Bove, ont annoncé l'ouverture de la fente éruptive. Elles ont cessé pendant les paroxysmes explosif et effusif; de rares et petites secousses seulement ont été, en effet, constatées dans la journée du 30.

Quelques jours plus tard, alors que le volcan était dans un calme presque complet, les mouvements du sol ont recommencé à se faire sentir sur le flanc sud-sud-est du volcan, à Zafferana, Bongiardo et jusqu'à Acireale. Le 7 mai, nous avons trouvé un très grand nombre des habitants de cette région campés sur les places et dans les rues des villages. De ce jour jusqu'au 10, nous avons subi à Zafferana des secousses répétées et assez violentes pour renverser des murs et déterminer des lésions graves dans les maisons et dans les églises de quelques villages voisins. Ces séismes se sont prolongés pendant tout le mois de mai et ont même déterminé l'ouverture de quelques fissures du sol dans le voisinage d'Acireale.

Ces tremblements de terre, consécutifs à l'éruption, ont été de beaucoup plus violents que les secousses prémonitoires. C'est ce qui s'observe toujours à l'Etna, l'un des volcans les plus propres à permettre l'étude des tremblements de terre nettement volcaniques, dans lesquels l'hypocentre, c'est-à-dire la région d'où part l'ébranlement, paraît être généralement peu profond et situé dans les flancs du volcan lui-même.

En général, les tremblements de terre *précurseurs* se font sentir sur une surface assez grande, s'étendant parfois sur toute la base de la montagne; mais ils se localisent bientôt dans la région où va se produire l'éruption. Exceptionnellement, les secousses y sont très violentes, et M. Fouqué a même signalé dans un cas de ce genre, en 1865, la production d'un léger bombement du sol, là où devait se faire peu après la déchirure du sol.

[1] Il faut noter qu'à cette époque le fond du Val del Bove n'était pas, comme aujourd'hui, une région désertique; ses pâturages ont été anéantis par les grandes coulées de 1792, 1811, 1819, 1852, etc.

Le plus souvent, comme en 1908, les secousses diminuent ou même disparaissent complètement quand l'éruption bat son plein. Cependant, on connaît des exceptions à cette règle dans quelques grandes éruptions : c'est ainsi qu'en 1852, Gemmellaro, en observation sur une arête dominant le Val del Bove, pour étudier la coulée de lave, a constaté des oscillations du sol si violentes qu'elles donnaient l'impression du mal de mer; mais il semble que ce soit là un phénomène exceptionnel dans l'histoire de l'Etna.

Enfin, tôt ou tard après la cessation complète des phénomènes explosifs, apparaissent les tremblements de terre *consécutifs*, qui généralement sont les seuls désastreux [1]. Le séisme de la nuit du 18 au 19 juillet 1865, survenu plusieurs mois après la fin de l'éruption, et qui a renversé 150 maisons et tué 64 personnes à l'entrée du Val del Bove, est une illustration saisissante de cette proposition.

L'effort nécessaire pour la production de la fissure éruptive, le libre dégagement des matériaux d'origine profonde (magma et gaz), puis, plus tard, des phénomènes de tassement, des tentatives infructueuses de réouverture de la fissure, obturée par la consolidation superficielle du magma, paraissent être les causes efficientes des diverses phases des phénomènes séismiques, tels que je viens de les esquisser brièvement.

Il est un fait remarqué depuis longtemps : c'est que, quelle que soit la région du volcan où se produisent les éruptions, le maximum des dommages dus aux tremblements de terre consécutifs est réalisé sur le flanc sud-est de l'Etna, dans le voisinage de Zafferana; M. Mercalli a rapproché, et il semble avec juste raison, cette particularité de la proximité du Val del Bove, en la liant à un trait de la structure interne du volcan.

Il n'est pas sans intérêt de comparer encore à ce point de vue l'Etna et le Vésuve. Dans celui-ci, de violents tremblements de terre se sont produits au cours de ses deux plus grands paroxysmes, l'éruption exclusivement explosive de 79 et l'éruption latérale de 1631. Depuis cette dernière, aucun séisme dévastateur n'y a été constaté; les secousses sont généralement faibles, localisées, comme en 1908, aux flancs mêmes du volcan.

[1] Il faut citer, comme exception, l'éruption de 1669, au cours de laquelle une partie de Nicolosi a été détruite dès le début des phénomènes.

Les éruptions excentriques (1760, 1794, 1861) font cependant un peu exception : des mouvements du sol plus intenses y ont été ressentis et sur une surface plus étendue. Il semble donc que la production d'une fente excentrique soit, là aussi, accompagnée d'un maximum de séismicité; on sait qu'en 1861 il s'est produit, sur les bords de la fente, un soulèvement du sol plus accentué encore que celui de l'Etna, en 1865, auquel j'ai fait allusion plus haut.

La violence des phénomènes explosifs d'un volcan n'entraîne pas nécessairement une grande séismicité. L'éruption de la Montagne Pelée en est un exemple; les tremblements de terre précurseurs y ont été extrêmement faibles; il n'y a eu pour ainsi dire aucun tremblement de terre concomitant. L'Observatoire du Morne des Cadets, situé au-dessus de Saint-Pierre, n'a enregistré que cinq petites secousses de 1903 à 1905, alors que le volcan était encore actif.

Depuis que celui-ci est en repos, il s'est produit au contraire 94 secousses : 64 en 1906 et 30 en 1907, dont une désastreuse en 1906 [1]; mais, comme la Martinique est un pays d'une séismicité élevée en dehors de tout phénomène volcanique extérieur, on n'est pas en droit, avec les observations concernant une seule période éruptive, de conclure que les phénomènes de 1906 et de 1907 sont à rattacher au volcanisme. Il me semble plus vraisemblable qu'ils en sont indépendants; on sait, en effet, que le grand tremblement de terre de 1839, qui a détruit Fort-de-France, n'a été accompagné d'aucun réveil de la Montagne Pelée, et que l'éruption avortée de celle-ci, en 1852, n'a été précédée, accompagnée, ni suivie d'aucun mouvement notable du sol [2].

Dans un deuxième article, nous étudierons les produits de l'éruption.

A. Lacroix,
Membre de l'Institut,
Professeur au Muséum national d'Histoire naturelle.

[1] A. Lacroix : *La Montagne Pelée après ses éruptions*. Paris, Masson, 1908, p. 6.

[2] Ces lignes étaient écrites quand s'est produit le tremblement de terre tectonique qui a ruiné Messine et la côte occidentale de la Calabre (28 décembre 1908). Aucun des volcans du voisinage (Etna, Stromboli) n'a manifesté de recrudescence d'activité, ni avant, ni pendant, ni après le séisme. La vaste étendue de ses ravages est une fois de plus à opposer à l'étroite localisation des tremblements de terre nettement volcaniques.

LA THÉORIE DES ENSEMBLES ET LES PROGRÈS RÉCENTS DE LA THÉORIE DES FONCTIONS

La Théorie des ensembles, qui fut d'abord la théorie des *ensembles de points*, est née de la Théorie des fonctions; sa création fut une nécessité imposée par l'étude de problèmes qui se posaient naturellement à l'esprit des analystes. Une fois créée, la Théorie des ensembles s'est développée d'une manière indépendante et a vécu d'une vie propre, s'éloignant parfois de ses origines. Puis, assez récemment, la Théorie des fonctions s'est développée beaucoup dans diverses directions, en ayant incorporé les notions de la Théorie des ensembles qui lui étaient nécessaires. On peut ainsi distinguer trois périodes dans les relations entre les deux théories : la Théorie des ensembles naît de l'étude des fonctions, se développe ensuite d'une vie propre, et finit par être absorbée, ses éléments utiles faisant partie intégrante de la Théorie des fonctions.

Il n'est pas besoin de dire que cette distinction, comme toute distinction tranchée dans le domaine des idées, est forcément un peu artificielle et ne saurait, en tout cas, prétendre nous apporter une division rigoureuse en périodes successives, à dates bien déterminées[1]; mais elle nous fournira un cadre commode pour esquisser un chapitre des plus curieux de l'histoire récente des Mathématiques. Le moment semble, d'ailleurs, bien choisi pour tenter cette esquisse, car, d'un côté, la Théorie des ensemble préoccupe beaucoup les philosophes depuis plusieurs années[2] et, d'autre part, indépendamment de nombreux Mémoires originaux, il est paru récemment plusieurs livres où la Théorie des ensembles et ses rapports avec la Théorie des fonctions sont étudiés d'une manière systématique; ces ouvrages nous guideront et c'est à eux que nous renverrons le lecteur désireux d'approfondir les détails techniques qui ne peuvent trouver place ici[3].

I

L'Algèbre se distingue de l'Arithmétique en ce qu'elle étudie les propriétés des nombres, représentés par des lettres, sans se préoccuper de leur valeur particulière; de même, la Théorie des fonctions se distingue de l'Analyse des fonctions particulières en ce qu'elle cherche à dégager les propriétés générales, sinon de toutes les fonctions concevables, du moins de classes étendues. L'Algèbre emploie une lettre x pour désigner un nombre quelconque, une variable; de même, la Théorie des fonctions emploie la notation $f(x)$ pour désigner une fonction non précisée. Je n'ai pas à retracer ici l'histoire complète de cette notion générale de la *fonction arbitraire* $f(x)$; les recherches dont nous aurons à parler tout à l'heure ont beaucoup contribué à éclaircir et à préciser cette notion, tant dans le domaine des variables réelles que dans celui des variables complexes; mais, au moment où est née la Théorie des ensembles, le principal effort des géomètres portait sur deux catégories de fonctions, assurément particulières, mais dont l'importance exceptionnelle justifie la faveur longtemps exclusive qui leur fut témoignée par les chercheurs : je veux parler des fonctions analytiques d'une variable complexe et des fonctions de variables réelles représentables en série trigonométrique. Ces deux catégories de fonc-

[1] Pour certains analystes, la seconde période dure encore; pour d'autres, nous sommes depuis longtemps dans la troisième.

[2] Voir notamment la collection de la *Revue de Métaphysique et de Morale*.

[3] Les plus récents de ces ouvrages sont : *The Theory of functions of a real variable*, par E. W. Hobson (Cambridge University Press, 1907), et *Die Entwickelung der Lehre von den Punktmannigfaltigkeiten*, zweiter Teil, par A. Schœnflies (Teubner, Leipzig, 1908). Ce dernier ouvrage est le complément du *Bericht* publié sous le même titre il y a une dizaine d'années (*Jahresbericht der Deutschen Mathematiker-Vereinigung*, t. VIII). Le fait seul que son étendue est comparable à celle de l'ouvrage primitif témoigne de la rapidité des progrès accomplis pendant cette courte période.

Comme ouvrages français sur la question, on doit citer la traduction par M. Marotte d'une étude de M. G. Cantor, le créateur de la Théorie des ensembles : *Fondements de la Théorie des nombres transfinis* (Hermann, 1903), certains chapitres du *Cours d'Analyse* de M. Camille Jordan (Deuxième édition, Gauthier-Villars, 1903), et la plupart des livres de la *Collection de monographies sur la Théorie des fonctions* (Gauthier-Villars), notamment : *Leçons sur la Théorie des fonctions*, par Emile Borel (1898); *Leçons sur l'intégration et la recherche des fonctions primitives*, par Henri Lebesgue (1904); *Leçons sur les fonctions discontinues*, par René Baire (1905); *Leçons sur les fonctions de variables réelles et les développements en séries de polynomes*, par Emile Borel, avec des Notes par Paul Painlevé et Henri Lebesgue (1905); *Leçons sur les séries trigonométriques*, par Henri Lebesgue (1906).

Nous ne pouvons citer tous les Mémoires originaux publiés sur ces questions; nous nous contenterons de signaler ceux qui se rapporteront plus particulièrement aux points dont nous parlerons et, pour le surplus de la Bibliographie, nous renverrons aux ouvrages précédents. Je citerai cependant un long Mémoire en langue russe, que je reçois pendant la correction des épreuves et qui me paraît renfermer une partie historique assez détaillée et une bibliographie assez complète : *Structure et mesure des ensembles linéaires de points*, par W. L. Nekrasow (Tomsk, 1907).

tions sont, d'ailleurs, reliées par des liens étroits et les progrès accomplis par l'une d'elles ont souvent eu leur répercussion sur l'autre. Pour ne pas allonger démesurément cet article, *j'y laisserai entièrement de côté tout ce qui concerne les séries trigonométriques* : par son importance, cette question mériterait une étude spéciale et j'aime mieux la passer entièrement sous silence que de l'effleurer trop brièvement. C'est donc seulement à propos de la Théorie des fonctions analytiques que je vais essayer de montrer comment la Théorie des ensembles est née naturellement de la théorie des fonctions.

C'est Cauchy qui a eu le premier la notion de la fonction d'une variable complexe, conçue dans sa généralité. Cette notion, d'abord confuse, s'est précisée peu à peu au cours de ses travaux. Pour Cauchy, la propriété fondamentale qui définit une fonction de variable complexe est la continuité de la fonction et l'existence de la dérivée[1] unique. Cette propriété conduit à la possibilité de l'intégration le long d'un chemin déformable, la valeur de l'intégrale ne changeant pas tant que le chemin ne traverse pas un point singulier, puis à l'établissement de la formule de Taylor. Telle est la marche qui est restée classique en France, sous l'influence notamment de l'enseignement d'Hermite. Weierstrass enrichit cependant la théorie d'une idée nouvelle, dont les conséquences sont d'une extrême importance: c'est la notion nette du *prolongement analytique*. Cette notion n'était pas complètement étrangère à Cauchy, mais celui-ci s'était borné à l'appliquer au calcul par cheminement des intégrales des équations différentielles (et aux dérivées partielles). Partant d'une solution particulière d'une telle équation, définie par un développement en série, Cauchy savait suivre cette intégrale le long d'un chemin donné à l'avance, n'étant arrêté que si ce chemin contenait un point singulier[2]. Ceci est bien près de la conception de Weierstrass; mais il est certaines généralisations qui paraissent faciles après coup, et dont l'intuition n'appartient qu'aux plus grands génies. Ce que Cauchy faisait seulement pour une fonction définie par une équation différentielle, Weierstrass le fit pour une série de Taylor arbitrairement donnée *a priori* : dès lors, c'était cette série, accompagnée de tous ses *prolongements*, qui définissait la fonction analytique, et cette simple différence de point de vue conduisit à d'importantes découvertes. Nous n'avons à nous occuper ici que de celles qui se rattachent à la Théorie des ensembles : c'est l'étude des points singuliers des fonctions analytiques générales de Weierstrass qui força les analystes à considérer des ensembles très généraux et à en approfondir l'étude.

Lorsqu'on donne, en effet, une série de Taylor dont le rayon de convergence est fini (ce que Weierstrass appelait un *élément* de fonction analytique), on ne sait que peu de chose sur les singularités de la fonction[1]; toutes les hypothèses sont permises à ce sujet, de sorte que l'*ensemble* de ces singularités est un *ensemble de points* du plan à peu près quelconque; on a été ainsi naturellement conduit à classer et à étudier de tels ensembles. Une première propriété de l'ensemble des singularités résultait des définitions mêmes de Weierstrass; si un point A est un point régulier de la fonction, il existe un cercle de centre A et dans lequel la fonction est représentée par une série convergente; il n'y a donc pas de points singuliers dans ce cercle; on exprime cette propriété en disant que l'ensemble des points *réguliers* est un ensemble *ouvert* : c'est un ensemble tel que chacun de ses points est centre d'un cercle dont tous les points appartiennent à l'ensemble. Comme conséquence, l'ensemble des points singuliers est un ensemble *fermé*[2], c'est-à-dire que tout point A dans le voisinage duquel il y a une infinité de points de l'ensemble appartient lui-même à l'ensemble. Car, si un tel point A n'appartenait pas à l'ensemble des points singuliers, ce serait un point régulier et, d'après ce que nous venons de voir, il ne pourrait pas y avoir dans son voisinage une infinité de points singuliers, puisque tout point régulier est le centre d'un cercle dont tous les points sont réguliers.

Les points A dans le voisinage desquels il y a une infinité de points d'un ensemble E sont appelés *points-limites* de E; leur ensemble s'appelle l'*ensemble dérivé* de E et est souvent désigné par E′. Un ensemble *fermé* peut ainsi être caractérisé comme un ensemble qui contient tous les points de son dérivé; un ensemble est dit *parfait* lorsqu'il est *identique à son dérivé*.

On voit comment l'étude de l'ensemble des points singuliers conduisait naturellement à poser des

[1] Reprenant le point de vue de Cauchy, M. Goursat a démontré récemment, en toute rigueur, que ces deux conditions entraînent *la continuité de la dérivée* (*Transactions of the American Mathematical Society*, t. I).

[2] *Œuvres de Cauchy*, S. I, t. V, p. 360 et suiv.

[1] Le problème de la détermination des singularités d'une fonction dont on connaît le développement de Taylor est l'un des plus difficiles de l'Analyse et est encore bien peu avancé, malgré de brillantes et profondes recherches, parmi lesquelles on doit particulièrement citer celles de M. Hadamard (voir son livre sur la série de Taylor, collection *Scientia*).

[2] Je suppose ici, pour simplifier, que la fonction considérée n'admet pas d'*espace lacunaire*, c'est-à-dire que tout point du plan est régulier ou singulier; dans le cas général, il y a trois ensembles au lieu de deux : l'ensemble des points réguliers, l'ensemble des points lacunaires et l'ensemble des points singuliers; les deux premiers sont *ouverts* et le troisième *fermé*.

définitions relatives aux ensembles de points et à étudier les propriétés générales de ces nouveaux êtres analytiques. Mais c'est dans la recherche des représentations analytiques des fonctions générales que la Théorie des ensembles allait se révéler comme un outil indispensable. Depuis longtemps, les géomètres savaient qu'une fraction rationnelle peut être décomposée en éléments simples, c'est-à-dire en une somme de termes dont chacun n'admet comme point singulier qu'un seul des points singuliers de la fonction. Il était naturel de chercher à étendre une telle décomposition à une fonction quelconque, et à la représenter par une série dont chaque terme correspondrait à l'un des points singuliers. Mais la question se posait dès lors de savoir s'il était possible d'établir une correspondance univoque et réciproque entre les éléments d'un ensemble et les termes d'une série. Comme les termes d'une série peuvent être *numérotés* à l'aide des nombres entiers consécutifs, la question revenait à savoir s'il était possible de *numéroter* les éléments d'un ensemble donné. La réponse à cette question a été donnée par M. Georg Cantor, qu'on doit regarder comme le fondateur de la Théorie des ensembles, à laquelle sa contribution fut et reste capitale : parmi les notions nouvelles qu'il a introduites, il n'en est peut-être pas de plus importante que celle d'*ensemble dénombrable*, ou ensemble dont les éléments peuvent être numérotés au moyen des nombres entiers successifs : 1, 2, 3,... n,... Il est facile de donner des exemples d'ensembles dénombrables : les termes d'une série simple constituent un tel ensemble et en ont été le premier exemple; il en est de même de l'ensemble des termes d'une série multiple, et aussi de l'ensemble des termes d'un ensemble dénombrable de séries. Ces propositions de M. Georg Cantor sont rapidement devenues classiques et sont maintenant d'un usage courant : ce n'est pas une raison pour en méconnaître l'importance, ni pour admirer moins l'effort d'abstraction qui était nécessaire pour arriver à cette notion générale d'ensemble dénombrable.

Il est moins aisé de définir des ensembles qui ne soient pas dénombrables; à vrai dire, si l'on reste sur le terrain purement arithmétique, la possibilité d'une telle *définition* dépend du sens qu'on attache à ce terme *définition*; c'est là un point sur lequel nous reviendrons tout à l'heure; mais la Géométrie nous fournit de nombreux exemples d'ensembles non dénombrables. Ces exemples, malgré leur variété, se rattachent tous à un même concept géométrique : le concept du continu. Nous accepterons pour l'instant ce concept comme primitif, sans en discuter le fondement métaphysique : nous admettrons que l'on sait ce que c'est que l'ensemble des points d'un segment de droite, ou que l'ensemble des points intérieurs à un carré, ou intérieurs à un cube, etc. Ces divers ensembles *ne sont pas dénombrables*, comme il est aisé de le démontrer par un raisonnement dont le type est devenu classique. En d'autres termes, il n'est pas possible d'établir une correspondance univoque et réciproque entre l'ensemble des points d'un segment de droite et l'ensemble des nombres entiers successifs. M. Georg Cantor exprime ce fait en disant que deux tels ensembles *n'ont pas même puissance*. Au contraire, deux ensembles dénombrables ont *même puissance*; de même, fait plus singulier, l'ensemble des points d'un segment de droite a même puissance que l'ensemble des points intérieurs à un carré : il est possible d'établir entre ces ensembles une correspondance univoque et réciproque, c'est-à-dire telle qu'à tout point de la droite corresponde un point et un seul de la surface du carré et qu'à tout point de la surface du carré corresponde un point et un seul de la droite. Ce résultat est l'un des plus curieux qu'ait obtenus M. Georg Cantor; il lui permit de définir la *puissance du continu* : c'est la puissance commune de l'ensemble des points d'un segment de droite, ou d'un carré, ou d'un cube, ou d'un espace à n dimensions.

On a dit parfois, et non toujours sans ironie, qu'une théorie est générale lorsqu'elle a au moins deux applications. C'est le cas de la théorie de la puissance : les seules applications qui en aient été effectivement faites sont celles que nous venons de mentionner : la puissance des ensembles dénombrables, et la puissance du continu; se bornerait-elle à cela, la théorie de la puissance n'en occuperait pas moins une place importante en Mathématiques; nous indiquerons brièvement tout à l'heure quels développements cette théorie a reçus, développements jusqu'ici restés sans applications, pour des raisons peut-être essentielles à leur nature; mais, auparavant, il convient d'insister sur cette notion de puissance, en se bornant aux deux exemples fondamentaux que nous venons d'indiquer.

La notion de puissance généralise celle de *nombre cardinal*; deux collections finies d'objets ont le même nombre cardinal lorsqu'on peut coupler les objets de ces collections, de manière que chaque couple renferme un objet de chacune des deux collections[1]; lorsqu'on a deux ensembles

[1] Deux collections finies ont le même *nombre ordinal* lorsqu'on peut définir l'*ordre* relatif de deux objets quelconques de chacune d'elles et établir ensuite une correspondance entre les deux collections de manière qu'à deux objets de l'une d'elles correspondent deux objets de l'autre, rangés dans le même ordre. Pour les collections finies, le nombre ordinal se confond avec le nombre cardinal : il n'en

infinis dont les éléments peuvent ainsi être couplés deux à deux, ils ont même puissance; on peut dire aussi qu'ils ont même nombre cardinal, mais il faut prendre garde que ces nombres cardinaux des ensembles infinis ont des propriétés fort différentes de celles des nombres cardinaux ordinaires. Soit, par exemple, α le nombre cardinal de l'ensemble E des nombres entiers[1]; il est clair que c'est aussi le nombre cardinal de l'ensemble P des nombres pairs, car à chaque entier on peut coupler le nombre pair qui est son double; on réalise ainsi la correspondance univoque et réciproque suivante entre les ensembles E et P :

E.	1,	2,	3,	4,	5,	6,	7,	8,	. .
P.	2,	4,	6,	8,	10,	12,	14,	16,	...

Au-dessous de chaque élément de E, nous avons placé l'élément correspondant de P. De même, l'ensemble I des nombres impairs a même nombre cardinal α que l'ensemble E, car on peut réaliser la correspondance suivante :

E	1,	2,	3,	4,	5,	6,	7,	8,	.
I	1,	3,	5,	7,	9,	11,	13,	15,	...

Les ensembles E, P, I ont donc tous trois α comme nombre cardinal; mais l'ensemble E est formé par la réunion de P et de I; c'est la *somme* de ces ensembles, d'après la définition arithmétique élémentaire de l'addition; on est donc conduit à écrire la relation :

$$P + I = E,$$

relation qui entraîne, en remplaçant chaque ensemble par son nombre cardinal, la formule singulière :

$$\alpha + \alpha = \alpha.$$

On démontrerait très aisément, par des procédés analogues, qu'un polynome quelconque en α, à coefficients entiers, est égal à α; on voit combien les règles du calcul des nombres cardinaux infinis (ou transfinis, comme on dit aussi) diffèrent des règles du calcul des nombres ordinaires. Mais nous reviendrons sur ce point tout à l'heure; je voudrais terminer cette première partie de mon étude en indiquant comment les premiers principes de la Théorie des ensembles ont rendu à la Théorie des fonctions les services pour lesquels ils avaient été créés.

Une classification put être faite des fonctions analytiques uniformes suivant que l'ensemble de leurs points singuliers est dénombrable, forme une ou plusieurs lignes, ou est un ensemble parfait ne formant nulle part une ligne[1]. Examinons successivement ces trois cas :

1° Si l'ensemble des points singuliers est dénombrable, il est possible de former une série dont chaque terme correspond à l'un de ces points; le problème se pose naturellement dès lors de représenter la fonction par une telle série; ce problème a été complètement résolu par M. Mittag-Leffler, dans un Mémoire célèbre (*Acta Mathematica*, t. II);

2° Si les singularités forment des lignes, on peut trouver une représentation analytique de la fonction par des séries dont les points singuliers sont choisis à peu près arbitrairement sur ces lignes. De tels développements, dont M. Painlevé a donné de nombreux et très remarquables modèles, sont entièrement satisfaisants si l'on a en vue le calcul de la fonction, c'est-à-dire la solution numérique de problèmes de Mécanique, par exemple.

L'arbitraire de ces développements est pratiquement avantageux, mais est un défaut théorique; on ne voit aucune raison pour mettre en évidence tels points singuliers plutôt que tels autres. Dans certains cas, il a été possible de mettre en évidence ceux des points singuliers, en infinité dénombrable, qui doivent être considérés comme les *vrais* points singuliers, les autres n'étant singuliers que par suite du voisinage de ceux-ci. Mais ces questions sont loin d'être entièrement élucidées et appelleraient des recherches nouvelles[2]. Signalons que leur étude a conduit à d'importants résultats sur la *mesure* des ensembles, résultats dont nous aurons à indiquer les conséquences;

3° Le cas où les points singuliers constituent un ensemble parfait ne formant nulle part une ligne est le moins connu. La construction de ces ensembles parfaits est un des beaux résultats obtenus par M. Georg Cantor dans la Théorie des ensembles; la méthode la plus simple pour réaliser cette construction est la suivante : un segment de droite étant donné, divisons-le en trois parties égales et supprimons le segment du milieu; faisons la même construction sur chacun des segments restants, puis sur chacun des quatre segments restants après cette seconde opération, puis sur chacun des huit segments restants après la troisième opération, et

est pas de même pour les ensembles infinis; nous ne pourrons parler ici des nombres ordinaux infinis.

[1] On désigne souvent ce nombre par la lettre hébraïque *aleph* avec l'indice zéro; cette notation se rattache à une théorie des alephs successifs, dont nous dirons un mot tout à l'heure.

[1] Je n'insisterai pas ici sur la notion de ligne. Bien évidemment, une fonction peut avoir des singularités des trois types qui précèdent: elle est alors la somme de fonctions n'ayant de singularités que de l'un des types. Il ne peut pas y avoir d'autres cas, d'après un théorème fondamental de la Théorie des ensembles, démontré par M. Bendixson : *Tout ensemble fermé est la somme d'un ensemble parfait et d'un ensemble dénombrable.* Ce théorème s'applique à l'ensemble des singularités d'une fonction analytique, que nous savons être fermé.

[2] Voir Emile Borel : Sur quelques points de la Théorie des fonctions (*Annales de l'Ecole Normale*, 1895), et Mémoire sur les séries de polynomes et de fractions rationnelles (*Acta Mathematica*, t. XXIV).

ainsi de suite indéfiniment. Les points qui n'ont été supprimés dans aucune de ces opérations successives constituent un ensemble parfait ne formant nulle part une ligne; les segments supprimés ont été appelés par M. Baire *segments adjacents* à cet ensemble. On peut en donner la définition arithmétique suivante : si l'on suppose que les extrémités du segment primitif ont pour abscisses 0 et 1, les points de l'ensemble sont ceux qui peuvent être représentés, dans le système de numération de base 3, par une « fraction décimale[1] » indéfinie, dont la partie entière est 0, les chiffres qui suivent la virgule étant 0 ou 2, à l'exclusion de 1. Des exemples de fonctions possédant de tels ensembles de singularités ont été rencontrés par M. Henri Poincaré dans ses travaux sur les fonctions fuchsiennes, mais bien des points restent à élucider dans la théorie générale des fonctions caractérisées seulement par cet ensemble de singularités[2].

Je bornerai là ce rapide exposé de la première période, où la Théorie des ensembles se borne à résoudre les problèmes posés par la Théorie des fonctions; l'étude détaillée des progrès réalisés depuis par ces divers problèmes nous entraînerait en dehors de notre cadre.

II

Les principaux des résultats acquis dans la Théorie des ensembles, et dont les applications à la Théorie des fonctions avaient été immédiates, peuvent être classés en trois catégories principales :

1° Résultats où intervient la Géométrie de situation, relatifs aux propriétés des ensembles de points qui ne sont pas modifiées par une transformation continue (en particulier, propriétés des points-limites, propriétés relatives aux *dimensions* des ensembles continus : lignes ou surfaces, etc.);

2° Résultats de Géométrie métrique, relatifs à la théorie de la « mesure » des ensembles. La définition de la mesure a été donnée par G. Cantor pour les ensembles fermés; son extension pure et simple aux ensembles non fermés conduisait à des résultats non satisfaisants; on a universellement adopté aujourd'hui la définition à laquelle j'ai été conduit par l'étude de problèmes particuliers et que M. Henri Lebesgue a systématisée[1];

3° Résultats de nature arithmétique; notions de la puissance et de l'ordre; nombres cardinaux et ordinaux.

Examinons successivement ces trois catégories de questions :

1° Les recherches sur les ensembles au point de vue de la Géométrie de situation ont été nombreuses et ont conduit à des résultats importants. La plupart d'entre elles sont malheureusement trop spéciales pour qu'il soit possible de les résumer sans un appareil analytique qui ne peut trouver place ici. Nous indiquerons dans le troisième paragraphe les résultats particulièrement intéressants au point de vue géométrique; contentons-nous de signaler ici la démonstration rigoureuse de l'impossibilité d'établir une correspondance *bi-continue* entre deux domaines d'un nombre différant de dimensions, c'est-à-dire faisant correspondre à un point de l'un quelconque de ces domaines un point unique de l'autre, de telle manière qu'à deux points indéfiniment voisins correspondent toujours deux points indéfiniment voisins[2]; comme nous l'avons dit plus haut, M. Georg Cantor a prouvé que, sans cette dernière condition, la correspondance peut être établie.

On devrait aussi rattacher à cet ordre de questions des recherches très profondes de M. René Baire, ayant précisément pour but de dégager la notion du point limite des considérations géométriques qui, si elles sont quelquefois une aide, sont parfois aussi une gêne. Par la considération de suites d'entiers, M. Baire définit des éléments analytiques dont les propriétés sont plus simples que celles des points d'un espace géométrique quelconque. L'ensemble de ces éléments a pu être appelé par lui : *l'espace à zéro dimension*. Cet effort d'abstraction considérable promet d'être récompensé par une grande simplification dans l'étude des propriétés des fonctions de telles variables. Mais je dois me borner à ces indications sur ces travaux, car la publication n'en est pas achevée[3]; ils joueront un rôle fondamental dans le développement ultérieur de ces théories;

2° La théorie de la mesure des ensembles a été, comme je l'ai indiqué, rendue nécessaire par des problèmes posés par la Théorie des fonctions. Pour mesurer un ensemble *du dehors*, comme l'ont fait M. Georg Cantor et, après lui, M. Camille Jordan, on divise le segment de droite qui le contient en

[1] L'emploi de l'adjectif *décimal* ne doit prêter à aucune confusion; le terme « fraction décimale » est pris par opposition à « fraction ordinaire »; il s'agit de fractions qui, dans le système de base trois, sont analogues aux fractions décimales dans le système de base 10.

[2] Voir la Thèse de M. Zoretti et la Note de M. Paul Painlevé dans les *Leçons sur les fonctions définies par les équations différentielles du premier ordre*, par Pierre Boutroux (Collection de Monographies sur la théorie des fonctions. Gauthier-Villars, 1908).

[1] Voir, dans mes *Leçons sur la Théorie des fonctions*, le chapitre sur les ensembles mesurables et les *Leçons sur l'intégration* de M. Lebesgue.

[2] Voir notamment Baire : *Bulletin des Sciences Mathématiques*, avril 1907.

[3] Voir *Acta Mathematica*, t. XXXI et suivants.

un nombre indéfiniment croissant d'intervalles, et on classe ces intervalles en trois catégories, suivant que tous leurs points, ou quelques-uns d'entre eux, ou aucun d'eux n'appartiennent à l'ensemble. La limite de la somme des intervalles de la première catégorie est la *mesure intérieure*; la limite de la somme des intervalles des deux premières catégories est la *mesure extérieure*; l'ensemble est mesurable au sens de M. Jordan, ou mesurable J, si ces deux mesures sont égales. Mais ces définitions ont l'inconvénient de classer parmi les ensembles non mesurables un très grand nombre d'ensembles très simples, dont on peut définir simplement la mesure lorsqu'on les étudie *du dedans* et non plus *du dehors*, je veux dire lorsqu'on considère des intervalles choisis précisément de manière à enfermer à leur intérieur les éléments de l'ensemble. A ce point de vue, la théorie de la mesure des ensembles exige seulement que, ayant défini la longueur d'un intervalle comme sa mesure, on fasse les conventions suivantes, évidemment nécessaires : la somme d'un nombre limité ou illimité d'ensembles sans partie commune a pour mesure la somme de leurs mesures; la différence de deux ensembles (l'ensemble d'où l'on retranche contenant, par hypothèse, tous les éléments de l'ensemble soustrait) a pour mesure la différence de leurs mesures.

A cette théorie de la mesure, on peut rattacher la théorie nouvelle de l'intégration due à M. Henri Lebesgue. Nous y reviendrons tout à l'heure, mais je tiens à me hâter de dire que ce n'est point là une de ces généralisations faciles, conséquence nécessaire des travaux antérieurs et qui doivent nécessairement être trouvées par quelqu'un. Cette théorie de l'intégration est une découverte capitale, dont l'importance dépasse de beaucoup la théorie de la mesure des ensembles; c'est un instrument analytique nouveau, mis à la disposition des géomètres par M. Lebesgue; nous indiquerons plus loin quelques-uns des progrès qui ont pu être réalisés jusqu'ici grâce à cet instrument; il y a tout lieu de croire que leur nombre et leur importance ne cesseront de croître, mais on peut dès à présent considérer cette découverte de M. Lebesgue comme le plus bel exemple de progrès importants réalisés dans la Théorie des fonctions et qui ne l'auraient pas été, du moins en ce moment et sous cette forme, si la Théorie des ensembles n'avait jamais été cultivée pour elle-même. Cet exemple suffirait à justifier le temps et les efforts consacrés à cette étude ;

3° Les résultats obtenus dans l'étude arithmétique des ensembles, c'est-à-dire dans la « numération » des nombres transfinis, cardinaux ou ordinaux, sont loin d'être aussi encourageants, à mon avis du moins. Ce n'est pas que ces travaux ne soient pas nombreux, ni qu'ils soient dépourvus d'intérêt; lorsque l'on a surmonté les premières difficultés de ce genre d'études (dont on peut dire qu'il est aussi abstrait par rapport aux autres branches des Mathématiques que celles-ci le sont par rapport aux sciences expérimentales), on est même intéressé très vivement par le calcul de ces singuliers symboles. Mais, d'autre part, on ne peut pas s'empêcher d'être frappé du fait que cet ensemble considérable des travaux s'isole de plus en plus du reste des Mathématiques, et n'a donné aucun résultat nouveau dans la Théorie des fonctions. Et l'on est ainsi conduit à se demander si cette stérilité n'a pas une raison profonde et si cette magnifique floraison logique n'est pas viciée par quelque défaut secret. Elle est *vraie*, si l'on prend comme définition de la vérité abstraite le non-contradictoire, car il semble bien que l'on puisse, au point de vue purement abstrait, échapper à la contradiction; mais le peut-on au point de vue concret? Il peut paraître singulier de parler d'un tel point de vue en Mathématiques; mais les êtres analytiques, pour être créés par nous, n'en sont pas moins des réalités concrètes, exprimables seulement au moyen de mots et de signes; c'est l'étude de ce monde analytique que se propose le mathématicien et sa méthode la plus sûre est, comme le disait volontiers Hermite, l'observation attentive des faits. C'est sur ce terrain que je me suis placé récemment pour discuter une objection qui a été formulée ici même[1]; je ne reviendrai pas ici sur cette discussion et me contenterai d'en indiquer la conclusion : La notion d'ensemble non dénombrable est une notion purement négative, en ce sens qu'on ne peut pas donner d'exemple effectif d'un ensemble qui ne soit pas dénombrable. Mais on doit distinguer entre les ensembles *effectivement énumérables*, c'est-à-dire tels que l'on puisse, au moyen de conventions précises, fixer sans ambiguïté le rang de chaque élément, et les ensembles *non effectivement énumérables*, bien que *dénombrables*, pour lesquels une *infinité* de conventions seraient nécessaires pour fixer la correspondance entre les éléments de l'ensemble et la suite des nombres entiers.

Ces réserves faites, voici quelques indications sur la théorie de la numération des nombres transfinis.

Lorsqu'une opération, ayant été répétée un nom-

[1] J. Richard : *Revue générale des Sciences*, t. XVI, 1905, et *Acta Mathematica*, t. XXX (1906); pour d'autres paradoxes analogues et leur discussion, voir le livre de M. Schoenflies cité plus haut, p. 26 et suiv., et le livre de M. E. W. Hobson. J'ai exposé mon point de vue dans une Note qui vient de paraître dans les *Annales de l'Ecole Normale supérieure* (octobre 1908).

bre fini de fois, peut encore être répétée une fois, quel que soit ce nombre fini, on dit que la répétition indéfinie de cette opération définit une suite dénombrable, ou de première puissance, dont le type le plus simple est donné par la suite indéfinie des nombres entiers. On désignera par a_0 le nombre cardinal qui exprime la puissance de cette suite[1].

De même, si une opération, étant répétée une infinité dénombrable quelconque de fois, peut encore être répétée une fois, quelle que soit cette infinité de puissance a_0, on dit que la répétition transfinie de cette opération définit une suite de seconde puissance, dont le nombre cardinal sera a_1.

On définira de la même manière les nombres cardinaux successifs a_2, a_3, ...; on établira ensuite les règles de calcul de ces nombres et leurs relations avec les puissances définies par une autre voie, telles que la puissance du continu; si l'on désigne celle-ci par c, on a, par exemple :

$$c = n^{a_0},$$

n étant un entier quelconque, 10 par exemple; car il est clair que l'ensemble des nombres décimaux de p chiffres renferme 10^p éléments; si l'on remplace l'entier p par a_0, on a l'ensemble des fractions décimales illimitées, c'est-à-dire l'ensemble arithmétique équivalent au continu.

J'ai tenu à indiquer ce raisonnement comme type de ceux auxquels on est amené dans l'étude de ces questions; mais je me bornerai à ces indications, car tous ces développements sont restés jusqu'ici dans le domaine de la logique pure.

III

J'ai hâte d'arriver à la période la plus récente, dans laquelle les idées fondamentales acquises au moyen de l'étude de la Théorie des ensembles sont suffisamment *assimilées* pour que cette théorie devienne en quelque sorte inutile, son seul rôle — fort considérable — ayant été de créer un état d'esprit permettant un magnifique développement de la Théorie des fonctions. Tout ce développement peut être exposé d'une manière presque entièrement indépendante de la Théorie purement abstraite des ensembles; mais il est conditionné par les formes de pensée acquises au moyen de l'étude de cette théorie : celle-ci n'a jamais rendu de plus éclatants services.

Signalons d'abord les beaux travaux de M. René Baire sur les séries de polynomes. Weierstrass nous a appris que toute fonction continue dans un intervalle peut être représentée par une série de polynomes, uniformément convergente dans cet intervalle; réciproquement, si une série de polynomes converge uniformément dans un intervalle, elle y représente une fonction continue. Mais, si on laisse de côté la condition de convergence uniforme, que peut-on dire au sujet des fonctions représentables, dans un intervalle donné, par une série de polynomes simplement convergente? On peut caractériser aussi ces fonctions en disant que ce sont des limites de fonctions continues. Il était bien vraisemblable que ce n'étaient pas les fonctions discontinues les plus générales, mais le problème qui consistait à les caractériser parmi l'ensemble de toutes les fonctions discontinues possibles était des plus difficiles. M. Baire a donné à ces fonctions le nom de fonctions de classe 1, et il a démontré que *la condition nécessaire et suffisante pour qu'une fonction soit de classe 1 est qu'elle soit ponctuellement discontinue sur tout ensemble parfait.*

Expliquons le sens de cet énoncé. Lorsqu'une fonction est définie dans un intervalle, on peut se borner à considérer ses valeurs pour les points d'un ensemble compris dans cet intervalle; un point de cet ensemble sera dit alors *un point de continuité de la fonction par rapport à l'ensemble*, si la valeur de la fonction en ce point est égale à la limite des valeurs qu'elle prend en des points de l'ensemble tendant vers ce point. Cette définition est particulièrement intéressante lorsque l'ensemble est parfait, c'est-à-dire est identique à l'ensemble de ses points limites : la continuité *par rapport à un ensemble parfait* ou *sur un ensemble parfait* est entièrement analogue à la continuité dans un intervalle. Lorsqu'une fonction n'est pas toujours continue, elle a des points de continuité et des points de discontinuité; on dit qu'elle est *ponctuellement discontinue* lorsque tout intervalle, si petit qu'il soit, contient des points de continuité. D'après l'énoncé de M. Baire, pour qu'une fonction soit représentable dans un intervalle donné comme limite des fonctions continues, il est nécessaire et suffisant que, sur tout ensemble parfait choisi dans l'intervalle donné, la fonction soit ponctuellement discontinue.

Si l'on considère une série de fonctions de classe 1, il n'est pas malaisé de démontrer que, *si elle est uniformément convergente*, elle représente une fonction de classe 1 (ou comme cas particulier une fonction continue, que l'on qualifiera de classe 0). Mais, si elle n'est pas uniformément convergente, la série représentera en général une fonction discontinue plus compliquée que les fonctions de classe 1; on dira que c'est une fonction de classe 2. Une fonction de classe 2 peut donc être représentée par une série convergente, dont chaque

[1] On emploie souvent la lettre hébraïque *aleph* là où nous écrivons simplement a.

terme est lui-même une série convergente de polynomes: c'est-à-dire par une série *double* de polynomes. Mais il faut bien prendre garde qu'une telle série double ne peut pas être ramenée à une série simple, car, la convergence n'étant pas uniforme, on n'a pas le droit de modifier l'ordre des termes. On définira de même les fonctions de classe 3, comme limites de fonctions de classe 2, etc.[1].

Cette classification montre d'abord combien est complexe la notion générale de fonction discontinue, ce que l'on pouvait déjà pressentir; mais elle fait mieux : elle permet de commencer l'étude de ces fonctions en séparant celles qui sont relativement simples de celles qui sont indéfiniment compliquées. Les fonctions discontinues peuvent donc devenir un sujet d'étude ; il est permis d'espérer que ce sujet sera fécond et ne sera pas dépourvu d'applications pratiques : la discontinuité paraît être, dans les phénomènes naturels, aussi fréquente que la continuité.

A ces recherches de M. Baire sur les séries de polynomes réels, on peut rattacher celles de M. Paul Montel[2] sur les séries de polynomes à variable complexe; mais nous devons nous contenter de les signaler, malgré leur très grand intérêt, car nous ne pouvons entrer ici dans tous les détails qui seraient nécessaires pour que l'importance en soit comprise.

J'ai déjà fait allusion à la découverte capitale de M. Lebesgue concernant l'intégration; je voudrais essayer d'en indiquer le principe et de faire pressentir l'influence considérable qu'elle exercera certainement sur le développement de nombreuses théories mathématiques.

Rappelons la définition classique de l'intégrale définie, qu'on pouvait regarder comme définitive depuis les travaux de Riemann[3] et le *Mémoire sur les fonctions discontinues*[4] de M. Gaston Darboux. Une fonction étant donnée dans un intervalle, on partage cet intervalle en intervalles partiels de plus en plus petits et l'on multiplie la longueur de chacun de ces intervalles par une valeur prise par la fonction dans cet intervalle. Si la somme de ces produits tend vers une limite indépendante du choix des intervalles (pourvu qu'ils tendent vers 0) et du choix de la valeur de la fonction dans chaque intervalle, on dit que la fonction est *intégrable*. Nous préciserons en disant : *intégrable au sens de Riemann*; ou, plus brièvement, *intégrable* R. Lorsqu'une fonction n'est pas *intégrable* R, on peut définir son *intégrale supérieure* en multipliant la longueur de chaque intervalle partiel par le *maximum* de la valeur de la fonction dans cet intervalle; cette *intégrale supérieure* existe toujours, pourvu que la fonction soit *bornée* (c'est-à-dire que toutes ses valeurs soient comprises entre des limites finies). On définit d'une manière analogue l'*intégrale inférieure* et l'on peut donner l'énoncé suivant: La fonction est *intégrable* R lorsque l'intégrale supérieure et l'intégrale inférieure sont égales.

Un caractère important de cette définition est le suivant : la division en intervalles est entièrement indépendante des propriétés de la fonction; si l'on considère deux fonctions différentes, on prendra pour ces fonctions les mêmes intervalles, c'est-à-dire qu'on leur appliquera *un procédé de calcul uniforme*. C'est évidemment là un grand avantage pour le calcul; mais c'est en même temps un inconvénient : un tel procédé, qui ne tient pas compte des propriétés particulières de la fonction à laquelle il s'applique, peut être comparé à ces vêtements confectionnés qui ne sauraient être exactement ajustés, surtout s'il s'agit d'habiller un individu difforme : certaines fonctions singulières ont pu être justement comparées aux types monstrueux de la biologie.

La méthode d'intégration de M. Lebesgue, au contraire, est en quelque sorte « faite sur mesure »; elle s'adapte exactement aux propriétés de chaque fonction particulière. Aussi beaucoup de fonctions qui ne sont pas intégrables R sont intégrables au sens de M. Lebesgue ou, comme nous dirons, intégrables L.

Au lieu de diviser l'intervalle d'intégration en intervalles partiels quelconques, on considère, dans cet intervalle total, l'ensemble des points pour lesquels la fonction à intégrer est comprise entre des limites très rapprochées; cet ensemble peut être plus ou moins compliqué, mais on sait le mesurer dans tous les cas[1]. On obtient un des termes dont la somme doit fournir une valeur approchée de l'intégrale en multipliant la mesure de cet ensemble par la plus grande ou la plus petite des valeurs qu'y prend la fonction. Mais, d'après la définition même de l'ensemble, cette plus grande et cette plus petite valeurs sont très voisines l'une de l'autre, quelle que soit la rapidité avec laquelle la fonction varie; au lieu que, dans la méthode de Riemann,

[1] Lorsque l'on aura défini les fonctions dont la classe est un entier quelconque n, on appellera fonction de classe ω une fonction qui peut être définie par une série dont les termes sont de classe variable dépassant un entier quelconque n et l'on introduira ainsi successivement des fonctions dont la classe sera égale à un nombre transfini quelconque. Mais je n'insiste pas ici sur ce point.

[2] *Thèse.*

[3] *Œuvres de Riemann.*

[4] *Annales de l'Ecole Normale*, 1875.

[1] C'est seulement au prix de très grands efforts que M. Lebesgue est parvenu à donner un exemple d'un ensemble qui ne soit pas mesurable au moyen des principes indiqués plus haut. On peut dire que, *pratiquement*, tous les ensembles sont mesurables.

il pouvait arriver que, lorsque les intervalles tendent vers 0, la différence entre les valeurs extrêmes de la fonction dans un intervalle (ou, comme on dit, l'*oscillation* de la fonction) conserve une valeur supérieure à un nombre fixe.

La méthode d'intégration de M. Lebesgue consistera donc à diviser en un grand nombre d'intervalles partiels l'intervalle total de variation de *la fonction à intégrer*; à chacun de ces intervalles partiels correspond un ensemble de valeurs de la variable; la somme des mesures de ces ensembles est évidemment égale à la longueur de l'intervalle d'intégration. Si l'on considère les deux sommes obtenues en ajoutant les produits de la mesure de chaque ensemble par la plus grande et la plus petite valeur de la fonction dans cet ensemble, la différence entre ces deux sommes est au plus égale au produit de l'intervalle d'intégration par la longueur du plus grand des intervalles partiels en lesquels on a divisé l'intervalle de variation de la fonction à intégrer; cette différence tend donc vers zéro en même temps que la longueur des intervalles partiels; on en conclut que toute fonction est intégrable, du moment que les ensembles utilisés dans la définition sont mesurables, c'est-à-dire pratiquement toujours.

La notion d'intégrale L est donc plus générale que la notion d'intégrale R, qu'elle comprend d'ailleurs comme cas particulier : lorsque l'intégrale R existe, l'intégrale L existe aussi et a la même valeur. Mais il est aisé de citer des cas où l'intégrale L existe, tandis que l'intégrale R n'existe pas.

Considérons, par exemple, une fonction égale à 1 pour les valeurs rationnelles de la variable et à 0 pour les valeurs irrationnelles; son intégrale R n'existe pas, car dans tout intervalle, si petit qu'il soit, le maximum de la fonction est 1 et son minimum est 0; l'intégrale supérieure est donc 1 et l'intégrale inférieure 0; mais l'intégrale L existe, car on peut enfermer les nombres rationnels dans des intervalles convenablement choisis, dont l'étendue est aussi petite que l'on veut; en d'autres termes, la mesure de l'ensemble formé par les nombres rationnels est égale à 0. Donc l'intégrale L de la fonction considérée est 0; si l'on considérait une fonction égale, au contraire, à 1 pour x irrationnel et nulle pour x rationnel, son intégrale L serait égale à 1, tandis que, au point de vue de Riemann, l'intégrale inférieure et l'intégrale supérieure sont respectivement 0 ou 1, comme pour la fonction précédente. Cette remarque n'est pas inutile, car elle prouve qu'on ne peut pas espérer déduire la valeur de l'intégrale L des valeurs inférieure et supérieure auxquelles conduit la méthode de Riemann; on a bien une notion nouvelle, plus profonde, qui atteint plus précisément la réalité.

Il n'est pas possible d'énumérer ici toutes les applications de cette notion : il suffit de songer à toutes les questions mathématiques dans lesquelles interviennent les intégrales définies. Je me contenterai de mentionner les applications à la théorie des séries trigonométriques, dues à M. Lebesgue lui-même et aussi à M. Fatou [1], ainsi que les recherches de M. Lebesgue sur la rectification des courbes et la quadrature des surfaces.

Je voudrais insister davantage sur un résultat fort curieux obtenu par M. Lebesgue, dans une question classique en Géométrie infinitésimale : la recherche des surfaces applicables sur le plan. On sait que, sous certaines conditions d'existence et de continuité relatives aux dérivées des fonctions qui définissent la surface, on démontre que les seules surfaces applicables sur un plan sont les surfaces développables, c'est-à-dire les surfaces engendrées par les tangentes à une courbe gauche. M. Lebesgue s'est proposé de traiter la question d'une manière plus générale, en supposant seulement vérifiées les conditions nécessaires pour que l'on puisse définir la longueur d'une courbe de la surface; celle-ci est applicable sur le plan si l'on peut établir entre ses points et les points du plan une correspondance telle que la longueur d'une courbe quelconque de la surface soit égale à la longueur de la courbe correspondante du plan. Dans ces conditions, M. Lebesgue a trouvé des surfaces *non développables* qui sont applicables sur le plan. On peut se demander si, lorsqu'on froisse une feuille de papier, la surface obtenue, qui visiblement n'est pas développable, est l'une des surfaces découvertes par M. Lebesgue. Je ne pense pas que la question, posée sous cette forme, puisse recevoir une réponse, car elle n'est pas correcte. On ne doit pas perdre de vue, en effet, que les formules mathématiques, quelles qu'elles soient, ne donnent jamais qu'une représentation *approchée* de la réalité. Or, on peut, avec une erreur aussi petite que l'on veut, regarder toute surface comme formée de morceaux de surfaces développables, de même qu'on peut regarder toute courbe à volonté comme continue ou comme discontinue (à moins qu'il n'y ait des discontinuités finies), toute fonction continue comme analytique, etc. La question de savoir si telle propriété mathématique *précise* [2] est vraie ou fausse pour un phénomène

[1] Voir les livres cités de M. Lebesgue et la Thèse de M. Fatou (*Acta Mathematica*, t. XXX). Je tiens à mentionner aussi le nom d'un jeune étudiant de Göttingen, Fritz Jerosch, dont les travaux sur ces sujets ont été interrompus par une mort prématurée.

[2] Quand je dis *précise*, j'entends, par exemple, que, le mètre étant défini par l'étalon international de Breteuil, on ne peut pas affirmer que telle barre de platine a précisément 2 mètres. Mais je crois qu'on peut affirmer comme une vérité absolue que la longueur d'une telle barre est égale à

réel est donc une question entièrement dépourvue de sens: il faut se demander si telle représentation mathématique fournit une image approchée du phénomène sous une forme plus simple ou plus cohérente que telle autre; dans le cas où il en est ainsi, la représentation considérée est vraie, en ce sens qu'elle permet de systématiser les phénomènes connus et de prévoir des phénomènes nouveaux, avec une approximation suffisante. A ce point de vue, il est assez vraisemblable que les surfaces de M. Lebesgue fournissent parfois, de la déformation « pratique » d'un plan matériellement réalisée, une représentation plus exacte que celle qui est fournie par les surfaces développables. J'aurais voulu parler aussi des profondes recherches de M. Lebesgue « sur les fonctions représentables analytiquement », dont le résultat le plus saillant est la « définition » d'une fonction qui n'est susceptible d'aucune représentation analytique.

Je regrette, enfin, de mentionner seulement en passant les beaux travaux de M. Maurice Fréchet sur les ensembles de fonctions et ceux de M. Paul Montel sur les séries de fonctions analytiques, mais j'ai déjà abusé de la patience des lecteurs de la *Revue*; j'aurai, d'ailleurs, sans doute un jour l'occasion d'exposer avec l'ampleur désirable les idées de ces jeunes géomètres, qui réaliseront certainement les espérances que leurs premières recherches ont fait concevoir. Mais il est temps de conclure.

On vient de voir que, du jour où la Théorie des ensembles a cessé d'être métaphysique pour devenir pratique, les idées nouvelles introduites par cette théorie ont produit, en Théorie des fonctions, une floraison magnifique de recherches et de résultats. Des questions, que l'on pouvait croire closes, ont été rouvertes et leur aspect s'est entièrement transformé; des problèmes qu'on n'aurait osé même énoncer ont été posés et parfois résolus. Cela doit nous rendre prudents dans nos jugements sur les mathématiciens qui développent la Théorie des ensembles dans des directions qui paraissent éloignées de tout but pratique; peut-être, de cette débauche de logique formelle, qui apparaît comme une construction sans aucune base, sortira-t-il un jour quelque idée utile. Mais, même s'il n'en sortait rien et si la Théorie des ensembles n'avait d'autre résultat que d'avoir rendu possibles les progrès récents de la Théorie des fonctions, ceux-ci sont assez importants pour que M. Georg Cantor doive être considéré comme l'un des mathématiciens dont l'influence a été la plus considérable, à la fin du XIXe siècle et au commencement du XXe. Et cette influence subsistera tant qu'il y aura des mathématiciens, même si les formes particulières données à certaines parties de la Théorie abstraite des ensembles devaient être un jour complètement oubliées[1].

Émile Borel,
Professeur-adjoint de Théorie des fonctions
à la Sorbonne
et à l'École Normale supérieure.

LES IDÉES ACTUELLES SUR L'AUDITION

Il doit paraître plus qu'audacieux de prétendre que, depuis plus de deux siècles, les théories de l'audition reposent sur des hypothèses qui ne supportent pas un moment la critique. Et pourtant...

On a pu admettre que, dans notre organisme, à travers les mille vicissitudes de la croissance, de la maladie, de la vie elle-même, se trouvaient des parties organiques, animées, qui, pendant toute notre vie, gardaient l'identité de leurs caractères physiques au point *de rester des résonateurs accordés* pour tel son, pour telle périodicité vibratoire.

Cette identité des caractères physiques, que le cristal le plus impassible ne gardera pas une année, que n'importe quelle matière vivante ne gardera pas une seconde, on l'a sans hésitation attribuée à des éléments anatomiques d'une fragilité, d'une mobilité, d'une susceptibilité extrêmes à toutes les sollicitations, et cela pendant les cent ans que peut durer la vie d'une oreille humaine.

Et, parmi les qualités physiques que l'on peut reconnaître à un élément vivant, s'il en est une dont on ne puisse admettre l'identité maintenue, c'est certainement *la tension*. Or, c'est précisément sur *la fixité* de tension que repose la théorie classique de l'audition.

Peut-on imaginer de la matière vivante *tendue*, et gardant, de notre naissance à notre mort, l'égalité de sa tension au point de rester *accordée* pour tel son et pour nul autre?

Et quelle matière vivante? Des fibres, des cellules, des membranes, si minuscules, si réduites que, pour vibrer à l'unisson des sons connus de nous, il a fallu les supposer détendues, surchargées, au point d'être depuis longtemps devenues incapables

2 mètres à moins d'un millimètre près, ce que n'admettront pas les relativistes tels que M. Henri Poincaré.

[1] Cet article a été écrit en septembre 1908.

de toute vibration au moment où l'on pouvait espérer les voir accordées.

Bien plus, la vibration leur fût-elle même permise dans ces conditions, comment des éléments dont les dimensions extrêmes varient au plus de 1 à 12 pouvaient-ils s'accorder à des périodicités dont l'échelle va de 1 à 2.000 et plus, comme celles que nous notons?

Quelle complaisance scientifique le besoin d'imposer la physique de laboratoire et d'imagination à la physiologie d'organes vivants ne nous laisse-t-il pas supposer de la part des théoriciens? Ce qui, dans la première hypothèse de Helmholtz, joue le rôle d'appareil résonateur, vibrant, devient étouffoir dans la seconde; et ce qui était étouffoir dans la première va devenir l'appareil vibrant et accordé par excellence dans sa seconde théorie. Et celle-ci restera classique jusqu'à nos jours.

D'ailleurs, dans aucun de nos appareils sensoriels, nous ne trouvons d'éléments distincts respectivement accordés à la perception de diverses tonalités de leur domaine sensoriel.

Avons-nous, dans notre rétine, des éléments pour tous les tons de la palette lumineuse, des organites pour le rouge, le vert, le jaune, etc., parqués en des points distincts de notre papille visuelle? Notre peau contient-elle, juxtaposés, des corpuscules tactiles respectivement accordés à tous les degrés de pression, de température, d'humidité, etc.?

Chaque point de notre rétine est capable de toutes les réceptivités dans le domaine des tonalités lumineuses et colorées, dans la sphère de vision nette. Chaque point de notre peau perçoit tous les degrés de température, de pression dans son domaine tactile propre. Pourquoi supposer dans la papille auditive un assortiment d'organes analyseurs percevant chacun sa périodicité propre? Pourquoi faire pour l'oreille une physiologie particulière en dehors de toute physiologie nerveuse et sensorielle?

I

La belle théorie des résonateurs, si heureusement développée par Helmholtz, n'est en aucun point applicable à l'oreille. Toutes les parties de l'oreille s'y sont essayées, vainement, depuis deux cents ans.

Avec Du Vernay, en 1683, c'étaient les diverses sections des canaux semi-circulaires et la lame spirale osseuse du limaçon, dont les diverses épaisseurs accueillaient les diverses périodicités. En 1767, Le Cat; en 1828, Carus attribuaient au squelette de l'oreille interne ces mêmes propriétés d'analyse sonore. Puis l'anatomie fit connaître les parties molles. Claudius, en 1838, fit résonner la membrane basilaire; Helmholtz, en 1862, les piliers cellulaires de Corti; puis, comme Hasse montrait que ces appareils manquent chez les oiseaux, on fit vibrer la membrane de Corti; Hensen, en 1869, et Helmholtz, en 1870, firent jouer le même rôle à la membrane basilaire, qu'ils dotèrent de propriétés physiques en désaccord absolu avec son anatomie; Baer, Waldoyer, P. Mayer (1876) rejetèrent la théorie de Helmholtz et firent vibrer les petits cils qui couronnent les cellules de Corti. Puis Weinland reprit la théorie de Helmholtz; Ewald, en 1898, ne fit plus vibrer que la partie interne de la membrane basilaire; Gray, en 1899, des segments plus larges de cette membrane; Ter Kuile, la partie externe, etc. Marage reprit la théorie otolithique dont Breschet, en 1838, avait proposé une formule beaucoup plus prudente et scientifique, car elle ne s'appliquait qu'aux perceptions de trépidation, tandis que Marage fait jouer aux otolithes un rôle dans l'audition, oubliant que les otolithes abondent dans les parties de l'oreille qui ne servent pas à l'audition et font totalement défaut dans les parties auditives. Amaudrut est tombé dans la même erreur.

Tous ces petits éléments cellulaires, comblés d'aptitudes physiques bien extraordinaires, sont de véritables petits infusoires nus, pédiculés, ciliés, vivant presque en liberté dans ce liquide de l'oreille interne qui a gardé les caractères du milieu pélagique originel. Les cellules de la papille, enfermées dans l'oreille interne, ne diffèrent que très peu des cellules qui vivent à la surface de l'animal dans les formations primitives. J'écrivais dans ma thèse, à ce propos, en 1890 : « Il est remarquable de voir ce milieu marin, pélagique, dont l'entretien peut être considéré comme la fonction fondamentale de la nutrition et de la circulation, baigner constamment toutes les formations ectodermiques des organes des sens, plus peut-être que les autres éléments de l'économie.

« Toutes les différenciations que nous allons voir survenir dans la structure de l'appareil tactile du sens auriculaire ont lieu au sein d'un liquide qui ne diffère pas essentiellement du milieu marin et dont le renouvellement sera activement assuré par des aqueducs spéciaux[1]. »

Cette notion du milieu pélagique maintenu physiologiquement en nous, notion que je ne croyais guère neuve il y a dix-huit ans, l'est devenue depuis. Je la rappelle, parce qu'il est intéressant de voir les éléments de la papille auditive vivre comme de véritables infusoires dans le milieu pélagique de l'oreille interne, et de reconnaître combien il fut absurde de les supposer tendus et accordés.

[1] Le sens auriculaire de l'Espace. *Thèse* de Paris, 1890, p. 13.

C'est à ces petits éléments anatomiques que l'on attribue gratuitement la faculté de garder une tension fixe, toute une échelle de tensions invariables, pendant un temps où aucun instrument de musique ou de laboratoire ne pourra garder l'égalité de tension, fût-il de l'acier le mieux trempé.

Cette accumulation d'invraisemblances et d'impossibilités eut assez de crédit pour entraîner les physiologistes à créer et à garder pour l'oreille une physiologie en opposition avec tout ce que nous connaissons de la physiologie générale des sens.

Et pourquoi? Pour faire de l'oreille un appareil analyseur. Aucun de nos sens n'analyse. L'œil ne décompose la lumière blanche que si un prisme en étale le spectre sur un écran et si les périodicités colorées diverses se parquent en des points divers.

L'oreille ne perçoit isolément les sons harmoniques que s'ils existent isolément dans l'espace, et quand la sensation d'accord se distingue de celle du timbre, comme sur une toupie de Newton nous ne voyons les couleurs distinctes que quand le blanc disparaît, et inversement.

D'autre part, toutes ces théories ont supposé que l'ébranlement sonore, par conduction au travers des milieux auriculaires, agissait directement sur la papille et l'influençait dans son élasticité accordée. Autant admettre que la roue d'une locomotive se met à tourner quand la chaleur du foyer, par rayonnement, vient à l'échauffer; ou que le téléphone ne transmet notre voix que parce que le bois, les diverses pièces métalliques, la plaque et les fils eux-mêmes sont conducteurs du son.

Entre l'ébranlement sonore et l'audition intervient une captation de l'énergie vibratoire sans laquelle il n'est pas de perception sonore. Plus une oreille est sclérosée, ankylosée, ossifiée, figée, plus elle est conductrice du son, moins elle entend. Plus le phonographe est raidi, rouillé, plus la cire est dure, plus l'appareil devient conducteur du son, moins il enregistre.

II

Nous avons été seuls, et la même année, Hurst et moi, à montrer que l'oreille n'est pas un résonateur. J'ai, de plus, indiqué qu'elle est un enregistreur, et un enregistreur de pressions.

Hurst lut son Mémoire, *A new theory of hearing*, le 14 décembre 1894 au Royal College of Sciences de Dublin, mais ne le publia qu'un an après, en décembre 1895, dans les *Transactions of the Liverpool Biological Society* (t. IX). Je présentai ma théorie à la Société de Biologie de Paris, le 2 février 1895, dix mois avant que ne parût le travail de Hurst. J'ai depuis développé ma théorie, en mai 1895, dans le *Bulletin scientifique* de Giard, dans mes livres sur l'*Oreille*, en 1896, et sur l'*Audition*, en 1901.

Comme moi, Hurst se refuse à voir dans l'oreille un résonateur; le liquide de l'oreille interne oscille de la fenêtre ovale à la fenêtre ronde, ébranlant la partie initiale de la membrane basilaire, et cette oscillation de la base se propage jusqu'au sommet du limaçon le long de la papille. Cette onde de propagation, dont il ne trouve, dit-il, « nulle part l'analogue en Physique », n'est que l'ondulation qui court le long d'une corde suspendue dont une extrémité est secouée transversalement.

Mais ici Hurst se perd par le besoin de localiser en des points fixes la perception de périodicités définies. Il suppose que l'ondulation dérivée, parvenue au bout de la membrane basilaire, revient par la membrane de Reissner et rencontre l'onde montante suivante en un point toujours le même pour une même longueur d'onde. Le malheur est que, pour des compositions sonores de périodicités diverses, ces rencontres se multiplieront et la confusion apparaîtra aussitôt, etc.

L'hypothèse que des points déterminés de la papille devaient percevoir des sons également déterminés a stérilisé toutes les théories et la clinique elle-même.

Ma théorie fait de l'oreille un *enregistreur de pressions*. L'ébranlement sonore est une variation de pression du milieu qui nous entoure, et cette variation, extrêmement brève et périodique, saisit de proche en proche nos milieux auriculaires.

Or, ces milieux sont suspendus, c'est-à-dire libres d'osciller en totalité, de prendre un branle total sous le passage de l'ébranlement sonore.

L'air du conduit auditif CA (fig. 1), dont le fond est formé par le tympan mobile T, est suspendu entre l'air extérieur et cette membrane. Les couches les plus voisines du tympan oscillent totalement comme lui.

Le tympan est suspendu à son cadre.

Les osselets, le marteau M, l'enclume E et l'étrier S, sont suspendus à leurs ligaments, à leurs pivots; leurs grosses têtes font contrepoids à leurs longues jambes, et leurs muscles frénateurs leur permettent plus ou moins d'osciller librement. Ils forment un système de leviers coudés, articulés, oscillant en totalité.

Les liquides de l'oreille interne sont également suspendus entre la platine de l'étrier S, le piston qui oscille à chaque vibration, et la membrane de la fenêtre ronde FR, qui donne sur l'air de la caisse, d'une part, et d'autre part l'aqueduc A, qui met en communication la cavité du limaçon avec la cavité cranienne. Les liquides peuvent donc fluer en masse, osciller en totalité d'une membrane à l'autre.

Ils sont divisés par des membranes, des tympans souples, la membrane de Reissner *m*R et la membrane basilaire *m*B, également suspendues à leurs cadres.

L'air de la caisse C, grâce à la trompe d'Eustache TE, est sans cesse à la même pression que l'air extérieur, et les liquides de l'oreille interne font de même, à l'intérieur des parois membraneuses, équilibre à la pression de la caisse. Tous ces milieux suspendus sont donc à la pression atmosphérique, et leurs moyens de suspension vont seuls servir à canaliser, à capter, à exploiter l'ébranlement venant de l'extérieur.

La demi-phase expansive de l'ébranlement sonore refoule le tympan, les osselets et l'étrier; le liquide de l'oreille interne flue de la fenêtre ovale à la fenêtre ronde et vers l'aqueduc. L'autre demi-phase rétracte tout le mouvement en sens inverse.

III

Que se passe-t-il dans le limaçon, l'organe auditif?

La papille auditive P est formée d'un cordon de grosses cellules, suivant la spire du limaçon de la base au sommet, suspendu sur la membrane basilaire *m*B qui lui forme hamac.

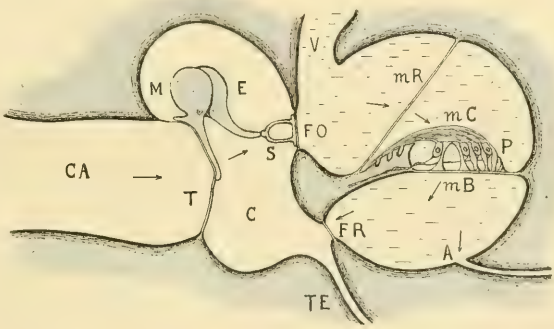


Fig. 1. — *Schéma de l'oreille interne.* — CA, conduit auditif; T, tympan; M, marteau; E, enclume; S, étrier; FO, fenêtre ovale; FR, fenêtre ronde; C, caisse; TE, trompe d'Eustache; A, aqueduc reliant la cavité du limaçon à la cavité cranienne; *m*R, membrane de Reissner; *m*B, membrane basilaire; *m*C, membrane de Corti; P, papille auditive.

De ces cellules, certaines forment l'échafaudage, la charpente du système papillaire, et soutiennent, à la convexité du cordon, d'autres cellules, celles-ci en rapport avec des filets nerveux : ce sont les cellules de Corti.

Ces cellules de Corti sont ciliées, mais la masse des cils de toutes ces cellules est si compacte, si enchevêtrée, qu'on l'a prise pour une membrane, la membrane de Corti *m*C.

Cette chevelure, immense par rapport aux corps cellulaires, ne se dresse pas verticalement, mais semble brossée, inclinée en dedans vers l'axe du limaçon, perpendiculairement à l'axe des cellules. Elle quitte le cordon papillaire, s'allonge en dedans sur le dos d'une crête à section triangulaire, à arête vive, recouvre cette crête et vient s'attacher en dedans de celle-ci vers le moyeu du limaçon. Cette crête est fixe, mais la membrane basilaire, sur laquelle est suspendu le cordon des cellules auditives, ne l'est pas. De sorte que, chaque fois que la membrane oscille, s'abaisse ou s'élève, les cellules suivent son mouvement; mais la chevelure des cellules ne peut suivre bien loin les déplacements des cellules, au moins dans la phase d'abaissement. Cette chevelure est attachée au départ de la crête, et l'arête de celle-ci, qui surplombe le cordon papillaire, retient strictement la masse ciliaire, d'où un tiraillement des cellules, entravées plus bas par l'inflexion de la membrane basilaire.

Ces cellules sont des organites tactiles, mais sur lesquels, au lieu d'agir par compression, l'ébranlement agit par tiraillement.

Plus la phase d'expansion est forte, plus le tiraillement est intense ; plus le son est aigu, plus il se répète fréquemment; et la forme du tiraillement est liée à celle de l'ébranlement. Voilà pour le mode d'excitation élémentaire.

Mais remarquons avec Hurst que les voies de recul du liquide du limaçon n'existent qu'au niveau de la base, tout au commencement de l'enroulement en spirale de l'appareil. Tout le reste de la cavité limacéenne est formé d'une paroi rigide, sans issue, sans voie de recul ou d'échappement. Le liquide n'y oscille pas. L'oscillation ne se fait qu'à la base du limaçon, transversalement, de la fenêtre ovale à la fenêtre ronde; et, au niveau de cette base, la membrane de Reissner et le tympan basilaire sont secoués transversalement.

Mais cette oscillation transversale du bout inférieur du cordon papillaire suspendu va donner naissance à une ondulation dérivée, courant de bas en haut du cordon, et se propageant d'autant plus loin que les dimensions des cellules et de la membrane vont aller croissant, c'est-à-dire que la masse et la liberté d'inertie de l'appareil vont en quelque sorte se prêter d'autant plus à cette ondulation dérivée que celle-ci sera plus près de s'éteindre. Ce dispositif favorise donc visiblement la propagation de cette ondulation longitudinale, qui va répéter le

long du cordon papillaire la série des petites succussions que nous avons étudiées plus haut.

A quoi sert cette ondulation?

Elle permet à l'ébranlement sonore de venir en quelque sorte s'inscrire sur une plus grande quantité d'éléments auditifs. La même raison qui nous fait mettre en mouvement sous un stylet enregistreur la plaque ou le cylindre sur lesquels ce stylet va inscrire sa vibration, de façon à obtenir une courbe dont les détails couvriront une plus grande surface d'inscription, cette même raison fait que l'ébranlement va parcourir, c'est-à-dire solliciter successivement un grand nombre d'éléments sensoriels, et que sa courbe ondulatoire va couvrir un grand espace de sensibilité, dont chaque élément, à chaque instant, percevra un détail de sa forme.

C'est donc l'identification absolue avec nos appareils enregistreurs; l'ondulation longitudinale de la papille étale l'ébranlement sur une grande quantité d'éléments percepteurs. Chaque élément subit, à chaque instant, le tiraillement correspondant à la hauteur de la courbe ondulatoire en son point, et comme cette excitation d'éléments contigus est continue, toute notre papille auditive perçoit l'ébranlement dans sa force, sa périodicité et sa forme, de façon continue, tonale, auditive et non plus vibratoire, trépidative. L'ébranlement sonore est amené à venir s'inscrire lui-même sur une merveilleuse papille, délicatement suspendue et sensible, sur laquelle la courbe ondulatoire promène constamment les divers détails des formes.

Nous sommes loin de l'assortiment de petits résonateurs accordés, immuables, se partageant l'échelle des sons, la décomposition des harmoniques, etc. L'oreille est le plus parfait des phonographes, c'est un enregistreur vivant, infiniment plus intéressant, dans sa belle réalité, que les harpes et les lyres auxquelles on l'a jadis comparé.

IV

Cette conception de l'oreille enregistreur, qui date déjà de treize années et a été dans plusieurs livres de moi exposée dans son ensemble, enseignée depuis plus de dix ans par moi à l'Hôtel-Dieu et plus récemment à la Sorbonne par M. Sagnac, est encore très peu connue des physiologistes et des auristes, pour qui l'autre théorie, celle de l'oreille résonateur, a l'avantage, malgré son impossibilité, d'être vieille de deux siècles.

Pourtant cette idée fait son chemin, et l'on a beaucoup remarqué, en Amérique surtout, un travail de Max Meyer, professeur de Psychologie expérimentale à l'Université de Missouri, intitulé : *An introduction to the mechanics of the inner ear*. L'auteur ne connaît vraisemblablement pas mes travaux sur la question, mais ses idées coïncident assez exactement, de 1895 à 1907, avec les miennes. Comme je l'écrivais dans ma thèse, en 1890, il remarque que les phénomènes de l'oreille interne relèvent de l'*Hydrodynamique*; il admet la circulation, l'oscillation totale du liquide labyrinthique, dans les seules portions de l'oreille interne où des parois membraneuses permettent ce va-et-vient, et que, par conséquent, elle ne se produit qu'à la base.

Il rejette l'hypothèse d'éléments anatomiques vivants tendus de façon constante et accordés. Puis, M. Meyer s'égare, faute de notions anatomiques suffisantes sur la structure de la membrane de Corti, que nous ne connaissons bien cependant que par les travaux de son compatriote Howard Ayers. On voit que ce sont nos idées d'il y a treize ans qui, par voie de transmigration, sont en route pour revenir naître de nouveau en France.

Dr Pierre Bonnier,
Auriste de la Clinique médicale de l'Hôtel-Dieu.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Heywood (H. Bryon), *B. Sc. Lond.* — **Sur l'équation fonctionnelle de Fredholm et quelques-unes de ses applications.** *Thèse de Doctorat de l'Université de Paris.* — 1 *vol. in-4° de* 113 *pages. Gauthier-Villars, éditeur. Paris*, 1909.

La Thèse de M. Bryon Heywood est une excellente étude de la théorie, dès aujourd'hui classique, que l'on doit à M. Fredholm.

L'auteur écrit tout d'abord les formules fondamentales de cette théorie. Puis il lui apporte un complément important, grâce à la notion de *noyaux orthogonaux*, découverte simultanément par lui-même et par M. Goursat, et qui jouit de propriétés des plus remarquables au point de vue de l'application de la méthode de Fredholm.

En troisième lieu, il développe l'extension au cas asymétrique des propriétés essentielles démontrées, dans le cas du noyau symétrique, par M. Hilbert : il définit, par conséquent, dans ce nouveau cas, les fonctions fondamentales et étudie les développements en série auxquels elles donnent lieu.

Il passe ensuite aux applications. Après celle, bien connue, qui est relative au potentiel, il en examine une autre, très intéressante : la théorie des marées, telle que l'a développée M. Poincaré dans le *Journal de Mathématiques* (1897).

Les applications aux équations différentielles ordinaires et surtout à la conductibilité terminent ce travail clairement et élégamment écrit. S'il est vrai, comme tout l'indique et comme cela est nécessaire, que la méthode de Fredholm tende à faire partie intégrante de tout enseignement de Calcul différentiel et intégral, M. Bryon Heywood est un de ceux qui se montrent le plus aptes à concourir à ce résultat.

JACQUES HADAMARD,
Professeur adjoint à la Sorbonne.

Muller (Félix). — **Führer durch die mathematische Litteratur** (GUIDE A TRAVERS LA LITTÉRATURE MATHÉMATIQUE). — 1 *vol. in-8° de* 252 *pages.* (*Prix* : 8 *fr.* 75.) *B. G. Teubner, éditeur. Leipzig*, 1909.

Cet ouvrage n'est pas une « Bibliographie mathématique » au sens ordinaire, rassemblant et coordonnant tous les ouvrages et articles de revues parus dans chaque domaine des Mathématiques. Pour être plus modeste, le but qu'il se propose n'en est pas moins louable : il doit permettre au chercheur de s'orienter rapidement dans la littérature de la discipline mathématique spéciale qui l'intéresse et de trouver facilement l'indication des travaux originaux, traités, recueils d'exercices et de problèmes, tables et modèles qui peuvent lui être utiles pour ses études personnelles ou son enseignement.

Le livre se divise en trois parties : la première, historico-encyclopédique, se rapporte aux grands travaux historiques, aux œuvres complètes des grands mathématiciens et aux éditions classiques, aux revues et encyclopédies mathématiques; la seconde est consacrée à la Philosophie, à la Pédagogie, à l'Arithmétique élémentaire et supérieure, à l'Analyse élémentaire et supérieure; la troisième embrasse le vaste domaine de la Géométrie, avec l'Optique géométrique et la Géométrie cinématique.

Chaque chapitre, consacré à une discipline spéciale, commence en général par une courte introduction, qui caractérise la tâche spéciale de cette discipline, et une notice historique qui en montre le développement, suivie d'un choix d'ouvrages anciens. Puis vient une liste de traités modernes, de mémoires fondamentaux et de recueils d'exercices sur le domaine dans son ensemble ; enfin, l'auteur termine par les écrits sur les recherches spéciales.

La table finale renferme les noms de tous les auteurs dont les ouvrages ont été signalés.

Cette publication, qui renferme une énorme quantité d'indications bibliographiques sous un volume relativement restreint, rendra de grands services aux mathématiciens. L. B.

Résal (Jean), *Inspecteur général des Ponts et Chaussées.* — **Cours de Ponts métalliques,** *professé à l'Ecole nationale des Ponts et Chaussées. Tome I.* — 1 *vol. gr. in-8° de* 663 *pages de l'Encyclopédie des Travaux publics, avec* 375 *figures.* (*Prix* : 20 fr.) *Ch. Béranger, éditeur. Paris*, 1909.

Ce Cours fait suite à celui de la *Résistance des Matériaux*, qu'il suppose connu. Il doit successivement étudier les trois grandes classes de ponts métalliques : *ponts à poutres, ponts en arc, ponts suspendus.* Le tome I ne s'occupe que des premiers.

Après l'étude générale des poutres (poutres à parois pleines, poutres articulées, poutres triangulées à assemblages rigides), vient l'étude d'une travée indépendante, des travées solidaires, de la confection des ponts métalliques, enfin de leur montage (sur échafaudage, par lancement, par encorbellement).

A la fin du volume sont donnés comme annexes les règlements administratifs pour le calcul, les épreuves, l'entretien et la surveillance des ponts, et des tableaux numériques destinés à faciliter les calculs.

Ces questions classiques sont traitées avec la compétence que l'on s'accorde à reconnaître à l'éminent ingénieur. Nous signalerons comme particularités intéressantes l'étude des *efforts secondaires* et du *flambement des poutres.*

On qualifie d'efforts *secondaires*, par rapport aux efforts *primaires*, évalués d'après les méthodes usuelles de la Résistance des matériaux, les écarts expérimentalement constatés avec ces derniers, par le mesurage direct, sur un pont en service, soit de la déformation, soit du travail élastique des éléments de son ossature.

Dans la plupart des cas, il n'y a pas d'intérêt sérieux à compliquer le calcul des ponts métalliques par la recherche de ces efforts secondaires, parce que leurs effets peuvent être légitimement imputés en bloc sur la somme à valoir que représente la marge de sécurité toujours observée. M. Résal estime pourtant indispensable pour les constructeurs d'être en mesure de les évaluer, ou tout au moins d'en apprécier l'ordre de grandeur, pour les raisons suivantes :

1° Il arrive accidentellement que, dans certains éléments de ponts, les efforts secondaires sont comparables aux efforts primaires et parfois même les dépassent;

2° L'étude raisonnée des efforts secondaires conduit à des conclusions pratiques utiles, en ce qui touche les dispositions à donner aux ponts ;

3° Toutes les fois qu'un ingénieur s'écarte, dans un projet, des formes consacrées par la pratique, il sera prudent pour lui d'évaluer les efforts secondaires dans les éléments essentiels de l'ossature.

Il faut donc savoir gré à M. Résal de lui avoir rendu possible cette délicate évaluation.

Certaines chutes de ponts ont eu pour cause initiale le *flambement* d'une poutre principale, c'est-à-dire une

déformation transversale par flexion et torsion de cette poutre. Cette question du flambement est fort obscure : M. Résal s'est efforcé de l'élucider.

Il lui a paru que les règles en usage chez les constructeurs, pour permettre aux poutres principales de leurs ponts de résister aux forces qui agissent latéralement sur elles, ne les conduisaient parfois qu'à des contreventements défectueux. L'ouvrage donne de ce problème du contreventement rationnel une solution dont les intéressés ne manqueront pas de faire leur profit.

GÉRARD LAVERGNE,
Ingénieur civil des Mines.

2° Sciences physiques

Hobart (H. M.), *Membre de l'Institute of Civil Engineers*, et **Achard** (F.), *Ingénieur à la Société alsacienne de Constructions mécaniques*. — **Génératrices électriques à courant continu.** — 1 *vol. gr. in-8° de* 275 *pages avec* 141 *figures.* (*Prix* : 15 *fr.*) *H. Dunod et E. Pinat, éditeurs. Paris*, 1909.

Le but de cet ouvrage est à la fois de servir de guide à l'étudiant et de venir en aide au calculateur dans son travail journalier. Il a son origine dans une série de six articles publiés primitivement par M. Hobart dans la revue *Technics* et développés ensuite par lui dans des conférences du soir. Tous les matériaux rassemblés à cette occasion, et soumis à un travail de revision soigneux, ont donné naissance à l'ouvrage anglais du même auteur : *Elementary Principles of Continuous Current Dynamo Design*, dont les six premiers chapitres du présent volume sont en sorte la traduction presque littérale. On s'est efforcé, dans cette première partie, de présenter toutes les questions sous leur forme la plus simple et la plus pratique, en évitant les développements compliqués et les théories ambitieuses. On a estimé que le lecteur qui se serait assimilé parfaitement la matière de ce volume pourrait toujours passer à l'étude d'ouvrages plus détaillés ou plus spécialisés.

Il semble à propos d'appeler ici l'attention sur une innovation de ce livre, introduite déjà par M. Hobart dans l'ouvrage anglais signalé plus haut ; il s'agit de la présence d'un grand nombre (18) de projets de génératrices électriques présentés sous forme de tableaux. Ceux-ci contiennent, dans chaque chapitre, les données strictement nécessaires à l'exécution des calculs dont la marche est indiquée dans le chapitre correspondant. Il est tout spécialement recommandé à l'étudiant d'exécuter les calculs nécessaires pour remplir ces tableaux ; il arrivera ainsi, à la fin de ce travail, à avoir analysé dans toutes leurs parties ces dix-huit machines. Pour rendre plus efficace cet exercice, on a reproduit, dans un appendice, tous ces tableaux entièrement complétés, c'est-à-dire contenant le résultat de tous les calculs.

La seconde partie de l'ouvrage est destinée à illustrer, par une série d'exemples empruntés à la pratique des constructeurs de différents pays, les méthodes indiquées dans la première partie ; elle contient les spécifications détaillées de génératrices à courant continu dont la puissance est échelonnée de 100 à 1.250 kilowatts. Ces spécifications pourront souvent fournir d'utiles indications au calculateur, en lui offrant des points de comparaison avec les projets qu'il a lui-même à étudier.

Berthier (A.), *Ingénieur*. — **Les nouveaux modes d'Éclairage électrique : arc, incandescence, vapeur de mercure.** — 1 *vol. in-8° de* 270 *pages, avec* 105 *figures dans le texte.* (*Prix* : 9 *fr.*) *Dunod et Pinat, éditeurs. Paris*, 1908.

L'ouvrage de M. Berthier traite une question qui intéresse non seulement les techniciens, mais aussi les consommateurs de lumière, c'est-à-dire tout le monde. Se plaçant à ce double point de vue, il a envisagé à la fois le côté théorique et le côté pratique de l'éclairage électrique sous ses différentes formes.

M. Berthier ne se contente pas d'indiquer les moyens de produire économiquement la lumière : il indique aussi les moyens de la distribuer méthodiquement et de la façon la plus avantageuse.

Ce livre ne développe évidemment aucune théorie nouvelle et ne renferme rien de neuf ; mais il a l'avantage de condenser en un seul volume des renseignements qui, jusqu'ici, étaient épars dans différentes revues et dans divers documents. Il a pour mérite d'épargner des recherches : il traite une question d'actualité d'une façon très complète, dans un style clair et précis, et, même lorsqu'il développe la partie théorique de son étude, il sait se mettre à la portée de tous.

Cela suffit, croyons-nous, pour que cet ouvrage mérite d'être signalé et justifie la faveur avec laquelle il sera accueilli.

G. DE LAMARCODIE.

Nissenson (H.), *Ingénieur diplômé*, et **Pohl** (W.), *Docteur ès Sciences*. — **Manuel du Chimiste métallurgiste pour l'industrie des Métaux autres que le Fer**, *traduit de l'allemand par* M. AD. JOUVE. — 1 *vol. in-8° de* 108 *pages.* (*Prix* : 5 *fr.*) *Ch. Béranger, éditeur. Paris*, 1909.

Ce petit Manuel, qui a pour objet « d'initier les chimistes aux travaux pratiques d'Analyse des Laboratoires métallurgiques », contient de bonnes méthodes, mais aussi des procédés inexacts ou peu utiles aux industriels.

Au point de vue didactique, l'ouvrage est bien présenté.

A. HOLLARD,
Chef du Laboratoire central des Usines de la Cie française des Métaux.

Razous (Paul), *Ancien Inspecteur du Travail dans l'Industrie*, et **Razous** (Armand), *Architecte*. — **Filtration, stérilisation et épuration des Eaux potables et des Eaux employées dans l'industrie.** — 1 *vol. gr. in-8° de* 80 *pages avec figures.* (*Prix* : 3 *fr.*) *Société d'Éditions techniques. Paris*, 1909.

Un livre traitant de la question de l'Eau, de sa filtration, de sa stérilisation et de son épuration, semble si facile à écrire que nombreux sont les auteurs de pareils ouvrages. Malheureusement, beaucoup de ces livres encombrent les bibliothèques, sans grand profit pour la Science ou l'Industrie. Quiconque connaît tant soit peu le sujet s'aperçoit facilement à la lecture que la plupart de ces ouvrages sont très incomplets et en retard sur les nouveautés du jour. MM. P. et A. Razous parlent, par exemple, des prescriptions du Comité consultatif d'Hygiène, que ce Comité, devenu Conseil supérieur d'Hygiène, n'applique plus depuis longtemps. Pourquoi, comme la plupart de leurs prédécesseurs, se croient-ils tenus de répéter cette inexactitude ? Pourquoi, aussi, les chapitres de leur livre ne sont-ils, en grande partie, uniquement que la description détaillée de procédés brevetés ? Pourquoi passent-ils sous silence des procédés excellents, mais non brevetés, quoique rendant de grands services ? Pourquoi aussi les procédés décrits sont-ils ceux de sociétés qui, au commencement de leur livre, étalent leur réclame ? Si je me jugeais autorisé à donner le moindre conseil aux auteurs, je leur dirais, pour faire honneur à leurs mérites personnels, que tout le monde se plaît à leur reconnaître, de modifier leur livre en supprimant le chapitre I, en complétant le chapitre II, en modifiant le chapitre IV, de façon à indiquer le principe de l'épuration des eaux d'alimentation de chaudières et en y supprimant les détails des appareils particuliers, enfin en augmentant le chapitre V.

Comme ce livre a cinq chapitres, les modifications à apporter sont donc très importantes.

F. DIENERT,
Chef du Service de surveillance des Eaux d'alimentation de la Ville de Paris,
Auditeur au Conseil supérieur d'Hygiène publique de France.

3° Sciences naturelles

Quin (J. T.), *Ancien Inspecteur des Ecoles dans les Antilles danoises.* — **The Building of an Island, being a sketch of the geological structure of the danish west indian island of Sainte-Croix** (La structure d'une ile : Sainte-Croix, Antilles danoises). — 1 *vol. gr. in*-8° *de* 106 *pages avec* 32 *fig. et* 1 *carte en couleurs. Chez l'auteur, à Christiansted, Sainte-Croix*, 1908.

Cet ouvrage présente un caractère tout spécial, qui nous engage à le signaler ici : c'est, tout d'abord, le résultat des études de l'auteur sur la structure géologique de l'île de Sainte-Croix, la plus grande des Antilles danoises.

L'île se rattache à l'axe des Grandes Antilles, dont elle forme à peu près la terminaison orientale ; on y rencontre deux sortes de formations : des argiles et schistes argileux durcis, traversés par des dykes de roches ignées (felsite et diorite), et des calcaires et marnes calcaires. La première formation paraît s'être déposée au fond de la mer, aux dépens d'une terre voisine aujourd'hui disparue, à peu près à l'époque où le Crétacé se déposait en Europe ; les lits accumulés émergèrent ensuite et furent plissés en ondulations nombreuses, en même temps qu'ils étaient pénétrés par des intrusions de roches ignées. Cette terre fut soumise à une érosion intense, jusqu'au moment où elle s'abaissa au-dessous du niveau des mers ; alors des coraux et autres animaux marins accumulèrent lentement dans ses plaines des bancs épais de calcaires. Puis une nouvelle émergence, accompagnée de plissements moins accusés, eut lieu vers le commencement du Pliocène et donna à l'île sa structure à peu près définitive, que l'érosion a seule modifiée depuis lors.

Les conclusions auxquelles M. Quin est arrivé auraient pu tenir en un nombre de pages restreint, s'il n'avait eu en vue que les géologues professionnels. Mais il lui a semblé qu'elles pouvaient, qu'elles devaient même intéresser la population cultivée de l'île et les touristes de plus en plus nombreux qui se dirigent vers les Antilles, et, pour les leur rendre accessibles, il a, partant de ses constatations sur le terrain, tenté de leur donner une idée de l'origine des formations géologiques, des mouvements auxquels elles ont été soumises, de l'action de l'érosion et de ses rapports avec la géographie physique. L'auteur, qui a eu une longue pratique de l'enseignement, fait preuve d'un sens pédagogique très sûr, et le lecteur non initié qui l'aura suivi avec attention retirera de son ouvrage des notions très claires non seulement sur la petite région qui lui a servi de point de départ, mais encore sur les principales questions de la Géologie générale.

Steensby (Dr Phil. H. P.). — **Meddelelser om Danmarks Antropologi** (Contributions a l'Anthropologie du Danemark). — *Publication éditée par le Comité anthropologique, t. I,* 1re *et* 2e *parties.* — 2 *fascicules,* 274 *p., in*-8°. *E.-C. Gad, éditeur. Copenhague,* 1907-8.

Tandis que, dans la plupart des pays de l'Europe, les Gouvernements semblent ignorer les besoins des sciences anthropologiques, un petit Etat comme le Danemark a su trouver dans son budget une somme suffisante pour créer et entretenir un « Comité anthropologique », chargé de recueillir et de coordonner tous les renseignements sur les caractères somatiques de la population danoise. A la tête de ce Comité se trouvent M. le Dr H. Laub, M. Harold Westergaard, professeur à l'Université, et M. le Dr Soren Hansen, chef du Service anthropométrique ; ce dernier est un ancien élève de notre laboratoire d'Anthropologie à l'Ecole des Hautes-Etudes. Quoiqu'il ne date que de 1904, le Comité a déjà fait de la bonne besogne. Plus de 5.000 personnes des deux sexes, provenant de toutes les parties du royaume, ont été mesurées et examinées au point de vue anthropologique ; des recherches sur la taille des conscrits ont été faites à l'aide des listes de recrutement ; le développement physique des enfants et des adultes a été également étudié avec soin. Tous les matériaux d'observation ainsi obtenus ont été soumis à une critique sévère et mis en œuvre pour déterminer, par les méthodes statistiques, les variations individuelles, les corrélations des différents caractères, et tant d'autres questions ayant une grande portée scientifique et pratique. Tous les travaux du Comité seront consignés dans un recueil spécial.

Les deux fascicules du premier volume, qui viennent de paraître, contiennent une préface, expliquant le but et les travaux déjà accomplis, et une série d'études dont voici l'énumération et le résumé :

1° M. E.-P. Mackeprang : De Vaernepligtiges legemshojde, etc. (*La taille des conscrits en Danemark*). Après avoir donné l'historique de la question et constaté que, depuis 1853 jusqu'à 1905, la taille moyenne des conscrits danois a augmenté, presque régulièrement, de 0cm,07 par an, soit une augmentation totale de 3cm,6 en cinquante années, l'auteur décrit son système pour évaluer la taille moyenne des conscrits, en ramenant les tailles des individus des âges différents à celle des sujets de vingt-quatre à vingt-cinq ans, âge auquel la croissance est définitivement terminée en Danemark. De cette façon, il obtient, sur 42.086 conscrits « appelés » (c'est-à-dire y compris ceux qui n'ont pas la taille réglementaire minimum), le chiffre de 1.691 millimètres, qui représente la vraie taille moyenne des hommes adultes en Danemark.

Les variations dans la taille moyenne de province à province ne sont pas considérables ; elles oscillent entre 1.675 et 1.699 millimètres. Le maximum se présente à Copenhague-Ville (1.699 millimètres), où plus de la moitié de la population est formée des éléments venus des autres provinces, et dans l'île de Bornholm (1 698 millimètres), qui, géographiquement, se trouve dans les eaux suédoises de la Baltique. Si l'on tient compte des différences de taille d'un tiers de centimètre, on s'aperçoit que, d'une façon générale, la taille est plus élevée sur le continent que dans les îles (sauf Bornholm, dont la population se rapproche des Suédois). D'autre part, sur le continent (presqu'île de Jutland), la taille, en général, est plus élevée sur la côte Ouest que sur la côte Est. Les différences dans la taille de province à province ont été plus marquées il y a cinquante ans, ce qui tient certainement au mélange plus grand des populations, car toutes les différences de taille, en Danemark comme dans beaucoup d'autres pays, se réduisent aux diversités de races. Le milieu ambiant n'a aucune influence. Ainsi, contrairement à ce que l'on a affirmé souvent, la richesse du sol coïncide plutôt avec l'amoindrissement de la taille : la province de Maribo, la plus fertile du Danemark, offre le minimum de la taille moyenne, et celle de Ringkjobing, dont le sol est le plus pauvre de tout le royaume, abrite au contraire des hommes de haute stature.

2° Soren Hansen : Om Hovedets Storrelse, etc. (*Les dimensions de la tête chez l'homme et chez la femme*). D'après les mesures sur 3.000 sujets, l'auteur déduit que la longueur de la tête (diamètre antéro-postérieur) est de 193mm,5 en moyenne chez les Danois, et de 184mm,5 chez les Danoises ; le rapport est donc de 1,052 à 1. Pour la largeur (diamètre transverse), les chiffres correspondants sont : 155mm,7 et 153 millimètres, et le rapport 1,038 : 1.

La taille moyenne des sujets en question étant de 1.695 millimètres pour les hommes et de 1.592 millimètres pour les femmes, le rapport entre les deux est de 1,064 : 1, c'est-à-dire plus en faveur de l'homme que les rapports céphaliques ; d'où la conclusion : l'homme danois a la tête plus petite relativement à sa taille que la femme. Ce fait, corroboré par d'autres rapports, ne fait que confirmer ce que l'on savait déjà, au sujet de la grosseur relative de la tête dans les deux sexes ; de même, il permet de vérifier, une fois de plus, que la tête est relativement plus petite chez les sujets de

haute taille dans les deux sexes. Un fait plus intéressant est que les femmes danoises ont, en général, la tête plus large que les hommes, ce qui se traduit par leur indice céphalique plus élevé (81,3) que celui des hommes (80,5). Je noterai au passage que c'est pour la première fois qu'on a le chiffre de l'indice céphalique des Danois déduit d'une série plus que suffisante. Les chiffres qu'on avait jusqu'à présent, et que j'ai résumés dans mon travail[1], n'étaient basés que sur une faible série de 28 vivants, et sur deux séries de 27 et de 56 crânes. Aussi, au lieu d'être classés parmi les dolichocéphales, comme je le supposais il y a huit ans, les Danois doivent être rangés parmi les mésocéphales.

3° H.-P. Steensby : Forelobige Betraghtinger, etc. (*Considérations préliminaires sur l'anthropologie des races du Danemark*). En dehors des considérations générales sur la variabilité et la mutation, sur la question des races de l'Europe, que l'auteur envisage en se basant sur les travaux de Retzius, Kollmann, Virchow, Ripley, etc., et qui sont assez connues, on trouve dans cet article l'étude originale de l'auteur sur la taille, la forme cranienne et la pigmentation dans trois localités du Danemark (l'auteur ne donne pas les raisons qui l'ont fait choisir ces localités) : Skamby, dans le nord de l'île de Fyen en Funen; Aadum, dans l'ouest du Jutland, province de Ringkjobing; et l'île Anholt, dans le Kattegat. Il résulte de ces recherches qu'en dehors de deux types répandus en Europe : alpin (ou occidental), c'est-à-dire brachy-brun, et nordique (blond-grand-dolicho), que l'auteur désigne sous les noms de types de Disentis et de Cro-Magnon (?) modifiés, il faut admettre en Danemark un type spécial et dominant, caractérisé surtout par sa haute taille, son front fuyant, son occiput conique, ses arcades sourcilières proéminentes, ses lignes temporales très marquées, son nez long, étroit et recourbé, avec dépression à la racine, son menton pointu et parfois fuyant, et enfin par les formes arrondies du crâne vu de profil et par derrière. Ces caractères sont, suivant l'auteur, ceux de la race de Néanderthal. Il me sera permis, cependant, de rappeler que la race de Néanderthal est caractérisée par une taille relativement petite, et que cela ne cadre pas tout à fait avec le tableau précédent. Pour moi, ce type se rapprocherait de ma race secondaire dite nord-occidentale, répandue en Irlande, dans le nord-est de la France, en Belgique et en Hollande, ainsi que dans le sud-ouest de la Norvège, et probablement dans le nord de l'Allemagne ; ce type est caractérisé par sa mésocéphalie, sa taille élevée et sa pigmentation brun-châtain. Les recherches ultérieures de M. Steensby et d'autres membres du Comité anthropologique danois, si bien commencées, nous diront, je l'espère, si cette supposition est exacte.

4° S. H. A. Rambusch : Skolebörnenes, etc. (*Caractères physiques des enfants des écoles dans quelques districts du centre du Jutland*). Etude basée sur l'examen et les mensurations de 1.035 écoliers des districts marécageux et très pauvres à l'ouest de la ville de Viborg. La population de ces districts ne comprend que deux catégories sociales : les fermiers et les paysans (crofters). Au point de vue de la taille, les deux catégories ne présentent presque pas de différence, tandis que dans le district de Svemdeborg, dans le sud de l'île de Fionie, où des recherches analogues ont été faites, les enfants des fermiers sont beaucoup plus grands aux mêmes âges que les enfants des paysans; la différence a été encore plus considérable il y a vingt-cinq ans. Au point de vue médical ,on a constaté que 29,6 °/₀ des enfants ont été atteints de rachitisme, ce qui explique, en partie, l'attitude courbée et penchée en avant que l'on donne comme caractéristique pour les ouvriers de la région.

5° L. Ribbing : Nogle Ord, etc. (*Notes préliminaires sur l'anthropologie de Bornholm*). Bornholm, terre danoise, se trouve déjà dans les eaux suédoises et appartient géologiquement à la Suède. Cependant, cette île a toujours eu son histoire propre, et un passé préhistorique caractéristique. Sa position géographique lui donna de tout temps une importance commerciale de premier ordre. A l'âge du bronze, notamment, l'île a été aussi peuplée qu'au début de xixe siècle, après des vicissitudes historiques diverses. Aujourd'hui, on y compte 41.031 habitants.

D'après les mesures, sur 400 personnes (dont 112 femmes) d'origine bornholmienne pure (sauf 10 exceptions), il résulte que la taille des insulaires de Bornholm est la plus haute de tout le Danemark (1^m,697 pour les hommes et 1^m,588 pour les femmes). Quant à leur indice céphalique, il est un peu moins élevé (80,3 pour les hommes et 80,6 pour les femmes) que celui des Danois en général (80,7 et 81,5 respectivement). Près de 30 °/₀ d'hommes et 35 °/₀ de femmes ont les cheveux plus ou moins foncés. Tout en se rapprochant, au point de vue physique, des Suédois de la Scanie et de la Gothie, les insulaires de Bornholm offrent néanmoins deux types distincts : le type de grands bruns (la race sub-adriatique de Deniker?) et celui de petits blonds, analogue probablement au type de « brachycéphales blonds » d'Arbo (race orientale de Deniker).

6° Soren Hansen : Om Legemsvaegt, etc. (*Le poids et la taille*). En comparant le poids du corps à la stature chez 20.000 conscrits, l'auteur arrive à ce résultat que, chez les individus de dix-huit à vingt-cinq ans, le poids augmente de 50 °/₀, tandis que la taille augmente seulement de 20 °/₀. Le rapport moyen entre les deux mesures peut être exprimé par la formule :

$$V = 0{,}213\,H^3,$$

où V est le poids du corps et H la taille. Chez les étudiants, employés et paysans, la valeur du poids est au-dessus de la normale, et chez les relieurs, tailleurs, coiffeurs, elle est au-dessous. Il ne faut pas y voir, cependant, sans en avoir une preuve directe, l'influence du milieu, car il est possible que les métiers opèrent une sélection et que les individus chétifs ne se lancent pas dans les carrières où il faut déployer une certaine force; de plus, l'hérédité des qualités acquises pour un métier peut y jouer aussi un rôle.

7° Soren Hansen : Om Hovedets Breddeindeks, etc. (*L'indice céphalique des Danois*). Cet indice a été déterminé d'après les mesures sur 4.000 Danois et Danoises de vingt à soixante-cinq ans provenant de toutes les parties du royaume, mais surtout du nord du Jutland et du nord de l'île de Fionie. L'indice céphalique moyen est de 80,7 pour les hommes et 81,5 pour les femmes. La longueur du crâne paraît croître plus rapidement que la largeur; ainsi donc les dolichocéphales ont un crâne plus long (en mesures absolues) que les brachycéphales. Cette croissance se fait surtout aux dépens de la partie postérieure du crâne, car la longueur de la partie antérieure (préauriculaire) du crâne est presque la même chez les brachy et chez les dolichocéphales.

8. C. Burrau : Om Hovedets Form, etc. (*La forme et les dimensions de la tête*). Mémoire mathématique, basé sur les mesures des 4.000 sujets étudiés par le Dr S. Hansen (voy. plus haut). La déviation (ou erreur déterminée par la méthode des moindres carrés) est minime dans la série : 3,29 pour les hommes, 3,26 pour les femmes. L'auteur pense que la corrélation entre les différentes parties du corps humain n'a qu'une signification minime en Biologie. Il tient plutôt pour les « combinaisons » de la taille avec les dimensions de la tête d'une part, et avec sa forme de l'autre; il va consacrer prochainement à cette combinaison une étude spéciale. M. Burrau considère la forme de la tête (résultant de la combinaison de la longueur avec la largeur) comme un caractère de race très important.

J. Deniker,
Bibliothécaire du Muséum d'Histoire naturelle de Paris.

[1] Deniker : *Les Races de l'Europe*. I. L'indice céphalique en Europe, Paris, 1899, p. 49.

4° Sciences médicales

Cruchet (René), *Professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Bordeaux.* — **Les Arriérés scolaires.** — *Monographie de l'*Œuvre médico-chirurgical. (*Prix* : 1 *fr.* 25.) *Masson et Cie, éditeurs. Paris*, 1908.

L'utilisation des individus de médiocre valeur est un problème humanitaire et social qui a déjà suscité de nombreuses recherches. Parmi les plus intéressantes, il faut citer une monographie de M. R. Cruchet.

Ce terme d' « arriérés scolaires » délimite nettement le sujet. Il ne s'agira, ni d'*idiots*, ni même d'*imbeciles*, mais seulement des enfants chez qui la somme des connaissances scolaires ne correspond pas à celle des connaissances de la généralité des enfants de leur âge. Autrement dit : est arriéré scolaire tout enfant qui, au point de vue scolaire, est en retard de deux à quatre ans sur la moyenne scolaire des enfants de son âge.

L'enseignement des écoles primaires est partagé en quatre cours : préparatoire (cinq à sept ans), élémentaire (sept à dix ans), moyen ou du certificat d'études (dix à douze ans), supérieur (treize ans). L'arriéré scolaire est donc l'enfant de dix ans qui redouble indéfiniment la classe préparatoire, celui de douze ans qui reste au cours élémentaire. Inutile d'aller plus loin et de considérer des enfants plus âgés; les arriérés scolaires ne dépassent pas, en effet, le cours élémentaire, véritable cours d'*arrêt* pour eux.

Il importe de distinguer, dans l'arriération scolaire en elle-même, l'arriération psychique qui peut se cacher derrière elle.

Les enfants que leur irrégularité, une maladie, un défaut physique ou toute autre cause empêchent de profiter de l'enseignement ne sont évidemment pas à comparer avec ceux qui ne retiennent pas ce qu'on leur apprend. Il y a de *faux arriérés scolaires*, dits aussi *retardataires*, *arriérés pédagogiques;* leur état mental est sain. Les autres, les *vrais arriérés scolaires*, présentent, au contraire, un réel déficit psychique.

L'arriéré pédagogique est celui qui ne fréquente pas l'école d'une façon régulière, qu'il soit malade ou qu'il vagabonde; c'est aussi celui qui, par suite d'un trouble de la vue ou de l'audition, éprouve de la peine à suivre les explications du maître. M. R. Cruchet attire aussi l'attention sur un groupe d'enfants, les *retardés alimentaires*, qui, par négligence ou pauvreté des parents, sont insuffisamment nourris. D'autres sont fatigués par un travail que leur famille leur impose en dehors des heures de classe pour amasser quelques sous. D'autres, enfin, sont indolents et somnolents du fait d'une croissance trop rapide. Mais, dans tous ces cas, l'état mental n'est pas en cause.

Les *arriérés psychiques vrais de l'école* ont, eux, des troubles mentaux profonds et persistants, que peuvent déceler les testes et l'examen attentif du sujet. Les uns sont apathiques, passifs; les autres sont agités, remuants, indisciplinés. Tous ont l'attention exagérément fugitive, la mémoire infidèle, une capacité intellectuelle minime. Leur jugement est défectueux, ils manquent de bon sens. Ils sont d'une crédulité invraisemblable et ne tardent pas à devenir les souffre-douleurs de leurs camarades; néanmoins, ils sont satisfaits d'eux-mêmes et se complimentent pour un rien.

L'intelligence de ces arriérés n'est pas retardée dans son ensemble, ni arrêtée dans son développement général; elle présente, par places, des « trous » profonds; certaines « cases » manquent. Certains ont des facultés partielles bien développées, l'esprit de répartie, par exemple; ceux-là, autrefois, jouaient dès leur jeune âge les rôles de bouffons ou de « fous ».

Comme l'intelligence, l'émotivité et l'affectivité sont inférieures, incomplètes, inégales.

Mais c'est surtout l'activité volontaire de l'arriéré qui surprend par son incohérence et sa variabilité; elle change mille fois par jour, suivant l'humeur, les caprices, les impressions du moment; on la voit se traduire par des actes violents et impulsifs qui font contraste avec l'état d'apathie qui les précède et qui les suit. L'entêtement des arriérés, tout superficiel et factice, ne peut tromper qu'un observateur peu expérimenté.

D'où provient l'arriération? De causes multiples : Des anomalies du squelette, des troubles de la motricité ou de la sensibilité générale, des modifications fonctionnelles des organes viscéraux ou des glandes à sécrétion interne. Dans d'autres cas, elle est sous la dépendance directe d'une maladie nerveuse (épilepsie, hystérie, neurasthénie, tics). Ce chapitre étiologique, infiniment délicat à étudier, est certainement le plus fouillé et le plus suggestif du livre de M. R. Cruchet.

Peut-on opposer un traitement à ce déficit mental? A cet égard, les arriérés scolaires se divisent en deux grandes classes, suivant qu'ils sont susceptibles de soins essentiellement *médicaux* ou de soins *médico-pédagogiques*.

Certaines formes d'arriération, par surdité, par troubles visuels, par végétations adénoïdes, par maladie pulmonaire, par insuffisance thyroïdienne, par épilepsie, hérédo-syphilis, rachitisme, etc., pourront guérir sous l'influence du traitement chirurgical, ou médical, ou hygiénique approprié.

Les *arriérés scolaires médico-pédagogiques* ont besoin à la fois de soins médicaux et de soins pédagogiques. Les premiers répondent à deux indications principales : activer les apathiques et calmer les remuants. Médicaments, adjuvants externes tels qu'électrothérapie, hydrothérapie, mécanothérapie, frictions, massages, gymnastique respiratoire au grand air, etc., ont leur utilité.

Les soins pédagogiques, ou mieux *psycho-pédagogiques*, seront basés sur l'examen psychique de chaque enfant, et nécessiteront pour chacun une consultation entre le médecin et l'instituteur, dont la collaboration intime assure l'efficacité du traitement.

Il devrait exister partout un enseignement public pour arriérés, comme cela se pratique en Allemagne, en Angleterre, en Italie, en Belgique, en Suisse, en Hollande. En France, il a été inauguré à Bordeaux; il n'est qu'ébauché à Paris et à Lyon. Cet enseignement doit être naturellement complété par un apprentissage manuel, mettant le sujet en état de subvenir à ses besoins. Souvent, en effet, un arriéré scolaire devient un adroit ouvrier.

Mais, même après l'école, les arriérés restent des faibles au milieu de la concurrence vitale; dans la plupart des pays étrangers, ils sont confiés à des sociétés protectrices qui les surveillent et les soutiennent aux moments difficiles.

« Si les écoles spéciales pour arriérés se généralisaient en France, dit M. R. Cruchet, ces sociétés, ou d'autres similaires, viendraient en aide à toute cette catégorie d'enfants qui vont trop souvent grossir les rangs des oisifs vagabonds, voleurs et criminels. Il y a là, au point de vue social, une œuvre du plus haut intérêt à accomplir, et qui s'accomplira demain. »

Dr Henry Meige.

5° Sciences diverses

Annuaire des Etablissements français dans l'Inde pour l'année 1908. — 1 *vol. in*-8° *de* 517 *pages. Imprimerie du Gouvernement. Pondichéry*, 1908.

Publication officielle, donnant tous les renseignements administratifs relatifs à nos colonies de l'Inde et un certain nombre de renseignements économiques (population, commerce, navigation).

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 15 Mars 1909.

La Section de Minéralogie présente la liste suivante de candidats à la place vacante par le décès de M. Gaudry : 1° M. **P. Termier**; 2° MM. **M. Boule, E. Haug** et **L. De Launay**; 3° M. **J. Bergeron.**

1° Sciences mathématiques. — M. **G. Darboux** poursuit ses recherches sur l'intégration de certains systèmes d'équations différentielles homogènes. — M. **J. Haag** montre que la détermination des systèmes triples orthogonaux dont les surfaces de paramètre ρ_2 sont des hélicoïdes de même axe et de même pas et celle des surfaces à courbure totale constante constituent, à des quadratures près, deux problèmes équivalents. — M. **P. Dienes** étudie les singularités des fonctions analytiques en dehors du cercle de convergence, à l'aide de la sommation exponentielle de M. Borel. — M. **D. Drzewiecki** donne les équations fondamentales pour l'étude expérimentale des aéroplanes. — M. **A. Etévé** montre que les mesures du coefficient de la résistance de l'air déduites des expériences faites en aéroplane sont toutes entachées d'une même erreur; lorsqu'on l'élimine, on obtient des valeurs de k très voisines de celles qu'on déduit des expériences de laboratoire. — M. **Bouquet de la Grye** montre que le tracé sinusoïdal est le tracé normal d'un fleuve, parce qu'à un même débit, pour une longueur croissante du fleuve, correspond une augmentation de profondeur qui intéresse beaucoup plus la navigation qu'une diminution de parcours. — MM. **Ch. Fabry** et **H. Buisson**, par comparaison des raies du spectre solaire avec les raies correspondantes de l'arc à la pression atmosphérique, ont déterminé la pression de la couche renversante de l'atmosphère solaire, qu'ils évaluent à 5-6 atmosphères. — M. **D. Eginitis** annonce que l'Observatoire d'Athènes a enregistré les deux tremblements de terre du 28 décembre 1908 et du 23 janvier 1909.

2° Sciences physiques. — M. **G. Gouy** a constaté que, sur le faisceau magnéto-cathodique, le gaz est relativement bon conducteur, grâce sans doute à une ionisation intense; il en est de même pour la couronne magnéto-anodique. On s'explique ainsi que le faisceau magnéto-cathodique serve de passage à la presque totalité du courant lorsqu'il se termine à une anode. — M. **J. Becquerel** montre que la règle de M. Dufour, relative au phénomène de Zeeman dans certains spectres d'émission, ne s'applique qu'aux spectres cannelés des vapeurs. — M. **V. Posejpal** a reconnu que la f. é. m. d'une pile thermo-électrique métallique change si l'on excite dans le voisinage d'une série de soudures un champ magnétique intense; cette f. é. m. d'aimantation croît avec le champ magnétique, mais non proportionnellement; elle est de sens opposé à la force purement thermo-électrique si ce sont les soudures les plus chaudes qui se trouvent dans le champ; elle est de même sens dans le cas inverse. — M. **Marage** a étudié les instruments de musique anciens par la méthode graphique, dans laquelle il a remplacé le levier rigide de Marey par un rayon lumineux. — M. **T. d'Argenlieu** a observé à Brest, dans la soirée du 22 février, une grande tache lumineuse très vive dans le ciel, formée de deux traînées nettement séparées vers la queue et réunies à la tête par une ligne bien nette. — M. **A. Debierne** a réussi à obtenir la décomposition de l'eau par le radium, sans qu'il y ait contact entre l'eau et le sel ou l'émanation, simplement par l'action des rayons pénétrants β et γ. L'énergie utilisée est environ le 1/100e de l'énergie du rayonnement absorbé par l'eau. — M. **M. Kernbaum** a constaté que les rayons pénétrants du radium, en agissant sur l'eau distillée à travers le verre, dégagent de l'hydrogène et forment simultanément de l'eau oxygénée. — M. **J. Duclaux** montre que la relation $P = 12{,}2\Delta$, qui existe entre la pression osmotique P d'une solution et la différence Δ des points de congélation du solvant pur et de la solution, se vérifie pour les solutions colloïdales. Mais l'abaissement cryoscopique n'est pas proportionnel à la concentration. — MM. **A. Wahl** et **P. Bayard**, en condensant l'oxindol avec le pipéronal, ont obtenu un isoindogénide, F. 228°-229°. L'oxindol se combine également à l'isatine pour former un nouvel isomère de l'indigotine, le 3 : 3-bis-indolindigo. — MM. **A. Guyot** et **G. Estéva**, en condensant les éthers mésoxaliques avec les éthers phénoliques en présence d'H^2SO^4, ont obtenu un mélange d'éthers phényltartroniques et diphénylmaloniques substitués. — M. **M. Guerbet**, en faisant réagir KOH anhydre sur les bornéols droit et gauche, a obtenu, outre les acides campholiques correspondants, du camphre. L'isoborméol donne, dans les mêmes conditions, de l'acide campholique racémique. — MM. **Pouget** et **Guiraud** ont constaté que, pendant l'hiver, sur le littoral algérien, la nitrification n'est entravée que lorsque les pluies persistantes gorgent le sol d'humidité; après cet arrêt, la nitrification ne repart que difficilement. Pendant l'été, dans un sol compact, la nitrificat on a lieu, mais elle s'accompagne bientôt de dénitrification.

3° Sciences naturelles. — M. **P. Bonnier** appelle centres manostatiques les noyaux bulbaires qui utilisent les informations que donne l'oreille interne sur les variations de la pression extérieure pour la régulation de la pression intérieure par voie vasculaire. L'entraînement de ces centres, par des ascensions répétées en funiculaire, pourrait servir à combattre physiologiquement l'artériosclérose. — MM. **A. Brissemoret** et **J. Chevalier** ont étudié, au point de vue pharmacodynamique, deux éthers de l'ortho-acétone; le dichloropropane $CH^3.Cl^2.CH^2$ n'est pas utilisable comme anesthésique; l'ortho-éther $CH^3.C(OC^2H^5)^2.CH^2$ est un anesthésique analogue aux acétals. — M. **L. Diguet** décrit les mœurs de l'araignée, dite *Mosquero*, qui, au Michoacan (Mexique), vit en colonies dans les maisons, où elle est employée pour se débarrasser des mouches. Avec elle vivent en commensaux un petit Coléoptère, qui assure la propreté des nids, et une autre araignée errante. — M. **Eug. Simon** a reconnu que l'araignée *Mosquero* constitue un genre nouveau de la famille des Dictynides, et il lui donne le nom de *Coenothele gregalis*; l'araignée errante qui l'accompagne est une espèce nouvelle de *Porcilochroa*, que l'auteur nomme *P. convictrix*. — MM. **L. Léger** et **O. Duboscq** ont découvert une microsporidie nouvelle, qui vit exclusivement dans le cytoplasme d'une grégarine polycystidée, la *Franzelina conformis*; ils la nomment *Nosema Franzelinae*. — M. **J. B. Gèze** a constaté que les engrais azotés ont une influence remarquable sur le rendement et les qualités marchandes des Cypéracées. — M. **F. Grandjean** montre que le feldspath néogène des terrains sédimentaires du bassin de Paris ne peut être rapporté à l'orthose, ses propriétés optiques le rapprochant du microcline. Dans la craie de Meudon, il s'est formé au fond de la mer, pendant la période même du dépôt de cette craie. — M. **G. Fabre** a reconnu que l'épaisseur des morts-terrains dans le bassin houiller d'Alais croît à mesure qu'on s'éloigne

des deux môles cristallins du Mont Rouvergue et du Mont Cabane. Aussi ne faut-il rechercher le prolongement du terrain houiller sous les morts-terrains que là où, grâce au jeu de failles obliques, on peut espérer de fortes diminutions de leur épaisseur.

Séance du 22 Mars 1909.

M. **P. Termier** est élu membre de l'Académie, dans la Section de Minéralogie.

1° Sciences mathématiques. — M. **G. Darboux** poursuit ses recherches sur les systèmes d'équations différentielles homogènes. Il démontre que, si un tel système, linéaire, admet une intégrale algébrique, nécessairement homogène, toutes les formes adjointes (covariants, contrevariants, formes mixtes) donnent encore des intégrales du même système. — M. **E. Goursat** indique un procédé alterné pour l'intégration des équations aux dérivées partielles du second ordre. — M. **R. d'Adhémar** signale une application du calcul fonctionnel à l'étude des équations aux dérivées partielles linéaires du troisième ordre, du type hyperbolique. — M. **H. Larose** indique quelques solutions particulières de l'équation $\frac{\partial^2\varphi}{\partial x^2}-\frac{\partial\varphi}{\partial t}=0$. — M. **A. Gaillot**, par l'examen des observations d'Uranus et en étudiant l'action qu'une planète ultraneptunienne exercerait sur Uranus en la supposant à diverses distances, a reconnu l'existence possible de deux planètes de ce genre aux distances $a'=44$ et $a^{iv}=66$. Mais ces résultats ne doivent être acceptés qu'avec réserve, étant données les faibles différences entre les positions observées d'Uranus et celles qui sont calculées à l'aide des tables. — MM. **A. de la Baume-Pluvinel** et **F. Baldet** ont mesuré le spectre complet de la comète Morehouse. La plus grande partie des radiations est fournie par un même gaz, présentant un spectre de bandes dont les têtes suivent la loi de Deslandres. Ce spectre n'a pu être identifié avec aucun spectre de bandes connu.

2° Sciences physiques. — M. **C. Raveau**, étudiant la stabilité et le déplacement de l'équilibre dans un système, démontre les deux inégalités suivantes : La capacité calorifique à volume constant, la compressibilité adiabatique sont plus grandes lorsqu'on laisse se produire les modifications intérieures que quand on les entrave. Il en est de même de la capacité calorifique à pression constante et de la compressibilité isotherme. — MM. **G. A. Hemsalech** et **A. Zimmern** ont observé spectroscopiquement une grande différence de constitution entre la longue étincelle de résonance optima d'un résonateur et l'étincelle courte, que celle-ci soit obtenue par l'étincelle de résonance ou l'étincelle de mauvais accord. — M. **A. Dufour** rectifie certaines assertions de M. J. Becquerel relatives à ses expériences sur les phénomènes de Zeeman normaux et anormaux dans les spectres de vapeur. — M. **S. Wologdine** a déterminé les températures auxquelles les composés du fer semblent perdre leur magnétisme : Fe^3O^4, 525° ; pyrrhotine, 300° ; Fe^3C, 180° ; Fe^3P, 445°, etc. — M. **C. Féry** a constaté qu'à 100° le meilleur noir de fumée réfléchit encore 18 °/o de l'énergie incidente. — M. **G. Millochau** montre que les actinomètres actuels (Angström, Féry), dont le récepteur est constitué par un corps thermométrique recouvert de noir, ne mesurent pas la valeur absolue du rayonnement qu'ils reçoivent, mais une partie seulement ; pour obtenir un actinomètre absolu, il faudrait le munir d'un récepteur ayant les propriétés d'un radiateur intégral. — M. **L. Bloch** a reconnu que la flamme de phosphorescence et la flamme de combustion du soufre sont entièrement dépourvues de conductibilité et ne sont accompagnées d'aucune ionisation, à l'inverse de celles du phosphore. — M. **P. Malvezin** montre qu'il est possible de doser très rapidement l'acidité volatile des vins en se servant de la solubilité de ces acides dans l'éther sulfurique à 65° et en tenant compte qu'ils s'y dissolvent dans le rapport de 72 à 100. — MM. **G. Darzens** et **E. Berger** décrivent un mode de préparation pratique des naphtalènes β-chlorés ou β-bromés, qui consiste à traiter le β-naphtol sodé par PCl^3 ou PBr^3. — M. **J. Tribot** a constaté que le rôle de la magnésie dans la transformation du saccharose à diverses températures est celui d'un thermocatalysateur dans le sens d'Ernest Solvay, c'est-à-dire qu'elle abaisse la température vraie des réactions. — M. **R. Combes** a reconnu que, quelles que soient les causes qui provoquent le développement de l'anthocyane dans les végétaux, l'apparition de ce pigment semble liée à une accumulation de sucres et de glucosides dans les tissus et à une diminution des dextrines. — M. **A. Trillat** a observé que la composition d'un vin qui a subi le contact du fer se rapproche de celle des vins vieux ; il y a une production rapide d'aldéhyde, puis d'acide acétique, d'éther acétique et d'acétal.

3° Sciences naturelles. — M. **Cany** a reconnu que les liquides bien poudroyés pénètrent certainement dans les voies respiratoires profondes, à la condition que les gouttelettes produites soient de très petites dimensions et que leur nombre dans l'air inspiré soit le plus grand possible. — M. **A. Menegaux** a étudié le squelette du membre postérieur du *Bradypus* (*Scæpus*) *torquatus* et en conclut que cette espèce rentre tout à fait dans le type ostéologique des Bradypes. — M. **H. Arsandaux** a étudié au point de vue géologique le bassin de l'Ogôoué et y répartit les terrains en trois régions géologiques distinctes. — M. **L. Joleaud** montre que les reliefs intérieurs de l'Atlas tellien oriental ont été le théâtre, à la fin de l'ère tertiaire, d'importants mouvements orogéniques, qui semblent se continuer de nos jours en donnant naissance à des tremblements de terre.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 16 Mars 1909.

M. le Président annnonce le décès de M. **Motet**, membre de l'Académie. — MM. **Cranwell** (de Buenos-Ayres) et **Th. Jonnesco** (de Bucarest) sont élus correspondants étrangers dans la Division de Chirurgie.

MM. **H. Vincent** et **Bellot** ont observé que, dans tous les cas de méningite cérébro-spinale qu'ils ont étudiés, la réaction coagulante et précipitante déterminée par le sérum spécifique sur le liquide céphalo-rachidien centrifugé a été positive. Cette réaction peut donc être recommandée comme méthode pratique de diagnostic, surtout en l'absence de culture. — M. **Kermorgant** donne quelques renseignements sur le *Service de l'assistance médicale aux indigènes dans le Gouvernement général de l'Afrique occidentale française*. Quoique la race noire soit très prolifique, la population n'augmente pas, parce qu'une grande mortalité sévit sur elle, causée par diverses maladies : syphilis, alcoolisme, tuberculose, lèpre, maladie du sommeil, paludisme, dysenterie, fièvre typhoïde, variole. Le Service d'assistance médicale, créé en 1905, est assuré par des médecins des troupes coloniales, placés hors cadres, et des médecins civils recrutés en France, aidés par des aides-médecins indigènes ; un dispensaire pour consultations indigènes est installé dans chaque centre où réside un médecin. La vaccination et la revaccination ont été rendues obligatoires ; chaque colonie, sauf le Dahomey, possède un ou plusieurs centres vaccinogènes.

Séance du 23 Mars 1909.

MM. **A. Poncet**, **X. Delore** et **R. Leriche** communiquent une statistique de 211 interventions gastriques concernant le cancer, l'ulcère de l'estomac ou certaines sténoses inflammatoires du pylore. Sur 156 cancéreux, qui représentaient 81 °/o d'opérables, il y a eu 19 laparotomies exploratrices, 40 gastrectomies et 97 opérations palliatives (dont 85 gastro-entérostomies, 8 gastrostomies et 4 jéjunostomies). La mortalité opératoire a été en moyenne de 33 °/o. La gastrectomie est une excellente opération, qui donne quelquefois

des guérisons prolongées, avec retour parfait à la santé; la gastro-entérostomie procure souvent des améliorations très remarquables, sans aucune infirmité post-opératoire; les gastrostomies et les jéjunostomies soulagent et évitent les tortures de la faim. Dans les 55 autres cas (ulcères et sténoses), il y a eu 42 gastro-entérostomies, avec une mortalité de 5 % seulement. — M. **E. Kirmisson** a opéré chez une petite fille de sept ans un épithélioma kystique végétant de l'ovaire droit. Ce qui fait l'intérêt du cas, c'est que le frère de cet enfant a déjà été opéré d'une tumeur kystique du testicule et que la mère a présenté une petite tumeur kystique de la vulve.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 13 *Mars* 1909.

M. **Rappin** a expérimenté sur les Bovidés sa méthode de vaccination antituberculeuse par l'injection de bacilles de Koch modifiés par certains composés chimiques et a obtenu des résultats très satisfaisants. — M. **F. Battelli** et Mlle **L. Stern** ont constaté que le ferment uricolytique constitue une oxydase animale qui ne produit pas seulement une absorption d'oxygène, mais aussi un dégagement de CO^2, et représente ainsi un vrai ferment respiratoire. — MM. **G. Dubreuil** et **Cl. Regaud** montrent que l'état de rut ne s'accompagne pas habituellement de modifications utérines extérieurement appréciables chez la lapine. Il est improbable que les corps jaunes jouent un rôle dans la genèse des modifications prégravidiques de l'utérus. — MM. **Ed. Lesné** et **L. Dreyfus** ont pu, dans certains cas, transmettre la réaction à la tuberculine d'un animal malade à un animal sain; mais le nombre de cas est insuffisant pour permettre d'établir par ce moyen un diagnostic certain de tuberculose, un anaphylactodiagnostic. — M. **J. Jolly** a constaté que les leucocytes peuvent, sans mourir, abandonner directement au tissu dans lequel ils cheminent des portions de leur protoplasma. — M. **Al. Carrel** a pratiqué il y a un an sur une chienne une double néphrectomie avec replantation d'un rein; aujourd'hui l'animal est entièrement normal et bien portant. — M. **J. Mawas** montre que c'est dans un trouble de la physiologie normale du corps ciliaire, se traduisant notamment par une altération de l'épithélium clair, qu'il faut chercher la cause de l'opacification du cristallin dans la cataracte sénile. — M. **P. Portier** a observé que la larve du Dytique ferme son système trachéen, lorsqu'elle est dans l'eau, par une bulle d'air qui s'oppose à la pénétration de l'eau, et lorsqu'elle est dans l'air par un réflexe d'inhibition des phénomènes respiratoires. — MM. **W. Mestrezat** et **E. Gaujoux** ont reconnu que le liquide céphalo-rachidien normal renferme des nitrates; les nitrites qu'on peut y trouver n'y préexistent pas, mais s'y forment aux dépens des nitrates. — M. **N. Fiessinger** a étudié la dégénérescence de la cellule hépatique au cours de certaines intoxications brutales chez les Batraciens; elle débute par l'épuisement des réserves et la transformation granuleuse du cytoplasma. — MM. **M. Doyon** et **Cl. Gautier** montrent que la bile détermine *in vivo* l'incoagulabilité du sang par l'intermédiaire du foie. — MM. **Ch. Achard** et **E. Feuillié** ont constaté que l'injection des sucs cellulaires produit de l'hématurie rénale par hémolyse intra-urinaire; cete hémolyse doit entrer en ligne de compte dans l'explication de l'hémoglobinurie. — M. **S. Marbé** a reconnu qu'il existe dans la glande thyroïde des principes thermostabiles qui possèdent la propriété de stimuler directement l'activité phagocytaire des leucocytes. — M. **P. Mulon** a observé une extrême abondance de la graisse dans les tubuli du rein du chat.

Séance du 20 *Mars* 1909.

MM. **M. Doyon** et **Cl. Gautier** ont reconnu que l'ablation du foie détermine l'incoagulabilité du sang chez la grenouille. — MM. **Ch. Richet** et **Ch. Richet fils** ont déterminé le rapport entre la racine carrée de la surface des ailes et la racine cubique du poids chez les différents oiseaux et ont trouvé des nombres variant entre 3,5 et 6,3. — M. **G. Bohn** a constaté qu'une variation d'éclairement, une oxygénation ou une variation de pression suffisamment brusques peuvent déterminer un changement de signe du géotropisme chez les animaux aquatiques. — MM. **A. Railliet** et **A. Henry** ont trouvé dans l'intestin du chien un Echinostome nouveau, auquel ils donnent le nom d'*E. gregale*; ce parasite ne paraît pas exceptionnel. — MM. **A. Lelièvre** et **Ed. Retterer** montrent que la fibre-cellule des oiseaux est composée de sarcoplasma, cloisonné par un réticulum chromophile. La fibre-cellule du gésier est hypertrophiée en comparaison de celle de l'intestin. — M. **P. Portier** a constaté que la chambre prestigmatique ou chambre de sûreté, qu'il a observée sur la larve du Dytique, paraît exister chez tous les insectes qui respirent l'air en nature à la surface de l'eau. — MM. **P. Ancel** et **P. Bouin** décrivent la technique d'une série de recherches qu'ils ont entreprises sur la fonction du corps jaune. — M. **H. Noguchi** a employé avec succès pour le séro-diagnostic de la syphilis une sensibilisatrice pour les globules humains au lieu d'une sensibilisatrice pour ceux du mouton. — Mlle **L. Fassin** montre que l'action des produits thyroïdiens, en tant que modificateurs des propriétés alexiques du sang, est due, en partie du moins, à l'iode qu'ils renferment. — M. **P. Mulon** a reconnu, au niveau des bâtonnets de la cellule rénale, l'existence d'un corps gras à l'état d'imprégnation; il jouerait un rôle d'accumulateur. — MM. **J. E. Abelous** et **E. Bardier** ont constaté que, seule, la triméthylamine élève la pression sanguine. La mono et la diéthylamine l'abaisseraient plutôt. — MM. **Cl. Regaud** et **J. Mawas** ont observé que les mitochondries et l'ergastoplasme sont des formations parfaitement distinctes; elles coexistent dans les cellules séro-zymogènes des acini de la sous-maxillaire de l'homme. La chromatine nucléaire et l'ergastoplasme ont, au contraire, des propriétés communes. — M. **A. Policard** a retrouvé chez le chien les formations colorables par l'hématoxyline ferrique qu'il avait signalées dans les cellules hépatiques de la grenouille. — MM. **M. Parvu** et **Ch. Laubry** ont constaté que, chez les malades atteints d'échinococcose, la déviation du complément s'observe nettement dans le sérum, mais non dans le liquide céphalo-rachidien, excepté dans le cas de kystes hydatiques du système nerveux central. — M. **M. de Kervily** montre l'origine chondroblastique de certains élastoblastes dans le cartilage des bronches chez le fœtus humain. — MM. **Javal** et **Boyet** ont observé une rétention presque identique non seulement de l'azote uréique, mais de l'azote total non albumineux dans les différentes sérosités prélevées au même moment chez le même sujet. — M. **Em. Géraudel** a reconnu qu'une même cause pathogène, la tuberculose, par exemple, peut réaliser toute la série des cirrhoses, depuis celles à hyperplasie minima jusqu'à celles à hyperplasie maxima. — MM. **Gougerot** et **Craven** ont observé un cas d'ostéite humaine primitive du tibia due à l'*Hemispora stellata*.

M. **Coutière** est élu membre titulaire de la Société.

RÉUNION BIOLOGIQUE DE BUCAREST

Séance du 11 *Février* 1909.

MM. **V.** et **Al. Babes** ont observé chez l'homme un microbe mucogène bipolaire ayant produit une septicémie hémorragique. — M. **V. Babès** a constaté qu'il existe un rapport fréquent entre les adénomes multiples et l'adénocarcinome du foie et entre l'hypertrophie et l'adénome des capsules surrénales. — M. **J. Bruckner** a découvert dans la thyroïde des cellules basales qui sécrètent le colloïde chromophobe. — MM. **Al. Obregia** et **J. Bruckner** ont reconnu que l'anticorps syphilitique résiste longtemps à la putréfac-

tion et qu'un liquide qui s'est troublé peut servir parfaitement, après centrifugation, pour la réaction de Wassermann. — **M. A. Popovici-Baznosanu** a observé, chez les Apides solitaires, une étroite relation entre la nature des provisions et la distribution des poils récolteurs sur la surface du corps. — **MM. A. Slatineanu** et **D. Daniélopolu** montrent que la présence du fixateur est plus constante dans les exsudats tuberculeux que dans le sérum sanguin des mêmes malades.

RÉUNION BIOLOGIQUE DE MARSEILLE

Séance du 16 Février 1909.

MM. Schneider et **Fayet** ont étudié, au point de vue anatomo-pathologique, la filariose du ligament suspenseur du boulet chez le cheval; il semble que le parasite emprunte la voie artérielle pour arriver au ligament. — **MM. Huon** et **Conor** signalent un cas d'échinococcose primitive du cœur chez le bœuf; le kyste hydatique a guéri spontanément par involution avant de causer des troubles suffisants pour altérer la santé de l'animal. — **M. Ed. Hawthorn** a étudié les réactions des cobayes tuberculeux aux inoculations de sérosités extraites d'organismes tuberculeux ou indemnes de tuberculose. Les réactions ne se sont produites que chez les cobayes les plus gravement tuberculisés. Le même auteur a observé que l'injection de bacilles de Koch en émulsion dans la glycérine est toujours inoffensive pour le cobaye lorsqu'elle est âgée de plus d'une semaine; elle développe, en outre, un état d'immunisation très marqué. — **M. C. Gerber** montre que l'action des acides et des bases classe la papayotine parmi les présures oxyphiles; mais elle est modérément calciphile, à l'inverse de ces dernières.

RÉUNION BIOLOGIQUE DE BORDEAUX

Séance du 2 Mars 1909.

M. Ch. Pérez a étudié la musculature de l'intestin moyen des Muscides pendant la métamorphose ; la partie myoplasmique seule disparaît par phagocytose ; la partie nucléaire et sarcoplasmique persiste, capable de régénérer des éléments contractiles. — **MM. J. Gautrelet** et **L. Thomas** montrent que l'addition de sérum de chien normal aussi bien que de sérum de chien décapsulé à l'adrénaline neutralise l'action glycosurique de celle-ci.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 5 Mars 1909.

M. Louis Dunoyer : *Sur un problème relatif à l'induction magnétique et la question des compas de blockhaus.* Le problème dont il s'agit est le suivant : Un aimant mobile autour d'un axe vertical passant par son centre est au voisinage d'une sphère de fer doux, creuse, dont le centre est dans le même plan horizontal que l'aimant. Lorsque la configuration formée par l'aimant et la sphère est donnée, la sphère, aimantée par influence, exerce sur l'aimant un couple Γ qu'il s'agit de calculer. Ce couple s'ajoute, en vertu de la loi de superposition, aux couples qui s'exercent sur l'aimant quand il est situé, ainsi que la sphère, dans un champ primitivement uniforme. En partant de la théorie générale de l'induction magnétique donnée par Poisson, l'auteur arrive au résultat suivant : *Si l'on place symétriquement par rapport au centre d'une aiguille aimantée deux globes de fer doux identiques, le couple* Γ *qui agit sur l'aiguille pour la rendre parallèle à la ligne des centres est égal à celui que produirait un champ équipollent à la projection sur cette ligne d'un vecteur constant* $M\frac{a^3}{b^3}P$, *dirigé suivant l'axe magnétique de l'aiguille*, a *étant le rayon extérieur des globes. Si l'on considère le rapport* l/b *de la demi-longueur de l'aiguille à la distance de son centre au centre des globes comme une quantité petite du premier ordre, ce résultat est vrai aux quantités du second ordre près.* Le fait que le couple Γ n'a de correspondant dans aucun des couples créés par le champ terrestre et le navire peut faire craindre *a priori* que la compensation rigoureuse d'un compas de grand moment magnétique soit impossible. La théorie précédente permet de montrer que cette compensation est cependant possible d'une manière rigoureuse et donne le moyen de calculer des Tables pour l'effectuer. — **M. A. Angot** : *Les sismographes modernes.* M. Angot indique les principes sur lesquels reposent les instruments qu'on emploie actuellement pour étudier les mouvements du sol. Les *sismoscopes* indiquent seulement l'heure du début des secousses : ils sont constitués par une masse mobile dont les plus petits mouvements ferment un circuit électrique. Le courant arrête (ou libère, au contraire) à ce moment le balancier d'une pendule. Ces instruments, simples et peu coûteux, suffisent pour les stations secondaires. Dans les stations principales, on emploie des *sismographes*, qui enregistrent le détail des mouvements soit verticaux, soit horizontaux. Pour les mouvements verticaux, on enregistre les déplacements d'une masse suspendue verticalement par des ressorts. Il est difficile de soustraire ces instruments à l'influence des variations de température et d'obtenir une durée d'oscillation suffisante. Jusqu'ici on ne possède pas de sismographe vertical qui soit réellement satisfaisant. Les sismographes horizontaux peuvent se ramener à trois types principaux : 1° *Pendule vertical.* La masse est suspendue à un fil vertical; on peut enregistrer, avec le même pendule, les deux composantes rectangulaires du mouvement. L'inconvénient principal de ce système est la difficulté d'obtenir des oscillations d'une durée supérieure à 4 ou 5 secondes. 2° *Pendule horizontal.* L'équipage qui porte la masse est mobile autour de deux points placés sur un axe qui fait un angle très petit *i* avec la verticale. Il oscille autour du plan vertical passant par cet axe et, si *d* est la distance du centre de gravité à l'axe, la durée d'oscillation est celle d'un pendule vertical dont la longueur serait *d* coséc. *i*. On peut obtenir ainsi très aisément des durées d'oscillation de 15 à 20 secondes (pendules Zöllner, Milne, Omori, etc.); mais il faut un instrument distinct pour chaque composante. 3° *Pendule renversé* (Wiechert). La masse est en haut d'une tige verticale, qui repose en bas sur une suspension Cardan. L'équilibre est instable, mais des ressorts antagonistes ramènent la masse en position. La durée d'oscillation dépend des ressorts et peut atteindre aisément 8 ou 10 secondes. Un seul appareil donne les deux composantes du mouvement. On emploie surtout maintenant les appareils des deux derniers types. Le pendule horizontal est d'un montage et d'un réglage plus faciles que le pendule Wiechert. Les données fournies par les sismographes (à part l'heure des secousses) ne sont utilisables pour la discussion que si les oscillations propres de l'instrument sont amorties; on emploie des amortisseurs à liquide et surtout des amortisseurs à air. Il faut enfin déterminer fréquemment les constantes de l'instrument : durée propre des oscillations (sans amortissement), coefficient d'amortissement et amplification du tracé. Le procédé d'enregistrement employé d'abord a été la photographie, qui présente de nombreux inconvénients et entraîne une dépense assez grande. On lui substitue presque partout maintenant l'enregistrement sur papier au noir de fumée. Mais, pour avoir une force suffisante, on est conduit à augmenter beaucoup les masses mobiles : dans le grand pendule de Wiechert pour stations principales, la masse mobile pèse 1.000 kilogs, et il existe même à Gœttingue un pendule de 17.000 kilogs. M. Angot indique ensuite sommairement quelques-uns des résultats qui ont été obtenus jusqu'à ce jour par l'étude systématique, toute récente et encore très incomplète, des mouvements microsismiques.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE FRANCE

Séance du 12 Mars 1909.

M. E. Fouard expose les premiers résultats de son étude sur l'action des alcalis et de la chaleur sur l'amidon colloïdal : l'action de la potasse sur une dissolution d'amidon est suivie par une mesure de pouvoir rotatoire spécifique, fixe avec la concentration en alcali, caractéristique d'un changement continu de la substance dissoute. La limite de ces pouvoirs rotatoires est égale à 141°, constante du maltose. Cette même limite apparaît dans l'étude de l'action de la chaleur sur l'amidon dissous extrait d'un même échantillon colloïdal à des degrés croissants de sa gélification spontanée. L'auteur, en s'appuyant sur les résultats de ses expériences antérieures, est amené à déduire que le maltose est le noyau moléculaire de l'amidon, formé à partir de ce sucre par une série de condensations successives. Il en déduit, en outre, au point de vue de la structure colloïdale, une dépendance entre la composition chimique de la substance et les changements d'états du colloïde. — **M. G. Tanret** ne croit pas à la transformation de l'amidon en maltose, pas plus par l'action de la potasse que par l'évaporation de sa solution à 100°. Le pouvoir rotatoire d'un corps n'est pas suffisant à lui *seul* pour le caractériser. Pour lui, il se forme une combinaison potassique d'amidon, qui explique la variation du pouvoir rotatoire. — **M. M. Hanriot** présente une note sur les acides chloraliques, produits d'oxydation des divers chloraloses. Ceux-ci se convertissent généralement en acides $C^7H^7ClO^6$, que le chloralose primitif soit un pentose ou un hexose; mais, dans ce dernier cas, il y a départ d'une molécule de CO^2. Seul parmi les chloraloses examinés, le mannose fait exception, fournissant l'acide $C^8H^9ClO^7$ ou, plus exactement, sa lactone. Une étude approfondie de ces acides a montré que celui dérivé du dextrose est identique à celui que l'on obtient en partant du xylose. De même, l'acide galacto et l'acide arabinochloraliques ont des propriétés identiques. Or, si l'on se reporte à la constitution des sucres (pentoses et hexoses) donnée par Fischer, on voit que tous les chloraloses de ces sucres doivent donner quatre acides chloraliques ainsi groupés :

1er Groupe . . .	Dextrose	Idose	Xylose
2e Groupe . . .	Galactose	?	Arabinose
3e Groupe . . .	Mannose	Gulose	Lyxose
4e Groupe . . .	Talose	?	Ribose

Il s'ensuit que l'on a là un moyen simple de déterminer l'isomérie de trois des atomes de carbone d'un sucre quelconque. Celui-ci est converti d'abord en chloralose, puis en acide chloralique. Celui-ci étant identifié, le sucre est connu s'il s'agit d'un pentose, et l'on n'hésite qu'entre deux isomères s'il s'agit d'un hexose. — **M. M. Delépine** expose en détail la préparation des composés verts iridosulfuriques dont il avait annoncé l'existence antérieurement. La dilution de l'acide sulfurique devenu vert par ébullition avec du chloro-iridite d'ammonium donne deux sels *verts* : $HO(H^2O)Ir(SO^4)^2(AzH^4)^{0,5}H^{1,5}$, en tétraèdres, et $HO(H^2O)Ir(SO^4)^2(AzH^4)^{1,5}H^{0,5}$, en aiguilles. Les circonstances de formation de ces sels indiquent que leur acide, ou acide iridodisulfurique, est un acide très fort. Un excès d'ammoniaque permet d'obtenir un sel *brun* plus riche en ammoniaque : $Ir(HO)^2(SO^4)^2(AzH^4)^{7/3}H^{2/3}$. On a encore un autre sel vert à $2AzH^4$ en enlevant 1/7 de l'ammoniaque du sel III ou en ajoutant $1/2AzH^3$ au sel II. La composition de ces substances se laisse interpréter par les notations de Werner ou de Blomstrand-Jörgensen ; elle ne se comprend pas si l'on se borne à juxtaposer des sulfates d'iridium et d'ammonium à de l'eau et, au besoin, à de l'eau et à de l'ammoniaque. — M. Bouveault présente, au nom de **M. Henri Vigreux**, un appareil à épuisement et un appareil à doser l'ammoniaque pouvant servir également à doser l'alcool dans les vins.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

Séance du 26 Novembre 1908.

M. W. Heape a recherché la *proportion des sexes produits par les blancs et les gens de couleur à Cuba.* Il s'est basé sur des statistiques portant sur 135.881 naissances chez les blancs et 41.823 chez les gens de couleur et sur 39.079 mariages. Un premier fait, c'est que les blancs donnent naissance à une plus grande proportion de garçons que les gens de couleur; chez les blancs, la moyenne des naissances est de 108,44 garçons pour 100 filles, tandis que, chez les gens de couleur, elle est de 101,12 garçons pour 100 filles. Un second fait, c'est que les unions illégitimes donnent naissance à une plus forte proportion de filles que les unions légitimes ; chez les blancs, les unions légitimes donnent 107,78 garçons pour 100 filles et les illégitimes seulement 104,4 garçons ; chez les gens de couleur, les naissances légitimes offrent 106,76 garçons et les illégitimes 96,76 garçons pour 100 filles. Enfin l'auteur a reconnu qu'il existe dans l'année deux saisons où la fécondation est bien plus marquée; elles coïncident avec les grands changements de température du printemps et de l'automne, c'est-à-dire avec des périodes où l'activité métabolique des individus est renforcée ; or on observe le plus grand excès de naissances de filles dans ces périodes de plus grande fertilité. L'auteur conclut que si, chez les deux races, il y a des facteurs héréditaires qui commandent la proportion des sexes qu'elles produisent, d'autre part, l'activité métabolique variable de la mère, agissant sur les ovaires, doit produire une lutte pour l'existence entre les œufs ovariens des deux sexes et affecter la proportion des œufs mâles et femelles qui mûrissent et sont prêts pour la fertilisation. — **M. R. Mc Carrison** présente ses *recherches sur l'étiologie du goitre endémique.* Il a essayé de déterminer expérimentalement sur l'homme si le goitre est causé par une substance en suspension dans les eaux goitrigènes. Pour cela, il a administré à 13 individus et à lui-même la matière en suspension enlevée par filtration de l'eau goitrigène chaque matin avant le 1er repas ; l'auteur et 3 autres sujets présentèrent de l'hypertrophie de la glande thyroïde ; 8 sujets qui avaient reçu la même substance préalablement bouillie pendant 10 minutes ne présentèrent aucun symptôme. L'auteur conclut que le goitre est dû à un organisme vivant présent dans l'eau ; sa période d'incubation serait de 13 à 15 jours. Il est probable que ce parasite existe dans l'intestin des goitreux, car l'administration d'un antiseptique intestinal a des effets curatifs marqués. Les recherches ont été faites à Gilgit (Cachemire) et les résultats se rapportent seulement au goitre qu'on y observe. — **MM. H. G. Plimmer** et **H. R. Bateman** communiquent de *nouveaux résultats sur le traitement expérimental des trypanosomiases.* Des séries de rats atteints de nagana et de surra ont été traités : avec l'atoxyl et le succinimide de mercure, avec l'atoxyl et le sozoiodol mercurique, avec l'antimonyltartrate de sodium. A l'exception d'un animal de la 1re série, aucun n'est mort de trypanosomiase. L'augmentation des doses d'antimonyltartrate de sodium n'a pas d'effet favorable sur le traitement ; les trypanosomes résistant à l'atoxyl sont moins influencés par l'antimoine que les autres variétés. L'administration d'antimonyltartrate de sodium et d'antimoine métallique en suspension dans un milieu gras s'est montrée bien plus active et plus pratique. L'antimonyltartrate de lithium paraît présenter des avantages sur les autres sels alcalins. Les auteurs ont constaté, d'autre part, que la moelle des os est l'endroit où les trypanosomes peuvent vivre le plus longtemps, et qu'ils trouvent également une certaine protection dans le foie. — **MM. S. G. Shattock** et **C. G. Seligmann** décrivent quelques expériences sur l'*action de l'extrait du cortex adrénal.* Celui-ci s'est

montré tout particulièrement toxique pour les tissus sous-cutanés du cobaye, où il produit de l'œdème et de l'hémorragie ; mais il est difficile d'éliminer ici la possibilité d'une infection auto-bactérienne. L'inoculation intra-musculaire de l'extrait produit une nécrose locale. — Sir **D. Bruce** et MM. **A. E. Hamerton** et **H. R. Bateman** ont étudié *le trypanosome de Zanzibar* signalé par M. Edington dans une précédente communication. Ils arrivent à la conclusion que cet organisme est probablement le *Trypanosoma dimorphon* de Dutton et Todd.

Séance du 30 *Novembre* 1908.

Séance anniversaire annuelle : La Société procède au renouvellement de son Bureau, qui est ainsi constitué :

Président : Sir **Archibald Geikie** ;
Trésorier : M. **A. B. Kempe** ;
Secrétaires : MM. **J. Larmor** et **J. R. Bradford** ;
Secrétaire pour l'Etranger : Sir **W. Crookes**.

Séance du 10 *Décembre* 1908.

M. **A. Mallock** expose ses recherches sur l'*extension des fissures dans une matière isotrope*. Toute déformation dans un solide peut être représentée par la combinaison d'un cisaillement et d'une dilatation ou contraction de volume, et pour le cisaillement et la dilatation de volume il y a des limites qui, dépassées, causent la rupture ou laissent la substance dans un état altéré quand la tension est supprimée; seule, la compression de volume n'offre pas de limite connue de rupture. L'auteur montre que, dans les matériaux, comme le verre et autres substances, où les fissures s'étendent dans des directions presque constantes, la rupture est due à la limite de distorsion, tandis que, lorsqu'une fissure s'étend avec difficulté et d'une façon irrégulière, c'est la limite de dilatation qui a été dépassée. — M. **L. Chetwynd** communique les résultats des observations magnétiques faites en diverses stations sur les côtes des Iles Britanniques en 1907 et les compare aux moyennes obtenues à Kew. Il a constaté que les valeurs obtenues en mer sont plus grandes sur la côte orientale et plus faibles sur la côte occidentale que les valeurs correspondantes déduites des observations faites sur le bord. — M. **E. Gold** : *La couche isotherme de l'atmosphère et la radiation atmosphérique*. La théorie développée par l'auteur se base sur les hypothèses suivantes : 1° les constituants de l'atmosphère rayonnent pour les mêmes longueurs d'ondes qu'ils absorbent, et suivant la loi thermique ; 2° la courbure de la surface terrestre peut être négligée quand on considère la radiation dans l'atmosphère; 3° étant donnée la grande portion du spectre pour laquelle les constituants de l'atmosphère rayonnent, leurs radiations peuvent être prises comme proportionnelles à la 4e puissance de la température absolue; 4° la température dans l'état adiabatique peut être représentée assez exactement par l'équation $T^n = kp$, où n est égal à 4 au lieu de 3,5, la valeur théorique pour l'air sec ; 5° une condition nécessaire pour la convection est que, dans la partie supérieure du système convectif, la radiation d'une couche horizontale (ou d'une sphère élémentaire) excède son absorption ; 6° quand la convection n'a pas lieu, les radiations vers l'intérieur et vers l'extérieur à travers un plan horizontal sont égales, la conduction étant assez faible pour être négligée ; 7° le pouvoir radiant de l'atmosphère terrestre diminue avec la hauteur, par suite de la diminution de la proportion de vapeur d'eau présente; il peut être représenté approximativement par $\alpha/(q-p)$, où α et q sont des constantes et p la pression. Les principaux résultats obtenus par l'auteur sont les suivants : *a*) Par l'emploi des hypothèses 1 et 2, il obtient des expressions générales pour l'intensité de la radiation atmosphérique, terrestre et solaire en tout point de l'atmosphère, et pour l'émission et l'absorption par une couche horizontale d'épaisseur finie; il trouve également les conditions pour que la convection soit possible et pour l'équilibre thermique en l'absence de convection; *b*) Par l'introduction des hypothèses 3 à 6, il prouve que, pour une atmosphère de constitution uniforme, l'état adiabatique ne peut pas s'étendre à une hauteur plus grande que celle pour laquelle $p = 1/2\, p_0$, où p_0 est la pression à la surface. Si l'atmosphère était isotherme, l'absorption de la radiation solaire dans une couche quelconque, commençant depuis $p = 0$, serait égale à l'absorption de la radiation terrestre et atmosphérique, et chacune serait égale à la radiation de la couche dans chaque direction; *c*) Par l'emploi de l'hypothèse 7, l'auteur montre que, pour l'atmosphère terrestre actuelle, la hauteur à laquelle l'état adiabatique peut s'étendre est limitée. Les valeurs déduites de l'expérience sont substituées à α et q et l'on trouve que, si l'atmosphère consiste en deux enveloppes, l'intérieure à l'état adiabatique, l'extérieure à l'état isotherme : 1° l'intérieure ne peut s'étendre à une hauteur plus grande que celle pour laquelle $p = 1/4\, p_0$ (soit 10.500 mètres); 2° l'intérieure doit s'étendre à une hauteur plus élevée que celle pour laquelle $p = 1/2\, p_0$ (soit 5.500 mètres); *d*) L'auteur montre que la radiation des couches inférieures de l'atmosphère dépasse leur absorption, et que la différence d'énergie est telle qu'elle peut être fournie par convection de la surface terrestre, et par condensation de la vapeur d'eau. La différence pour la couche qui va de $1/2\, p_0$ à $1/4\, p_0$ est pratiquemeut négligeable, indiquant que la convection au-dessus de $1/2\, p_0$ est très faible ; *e*) Les températures minima possibles pour un point de l'atmosphère au-dessus d'un endroit marquant 300° absolus sont de 150 ou 200° absolus, suivant que l'atmosphère rayonne à travers tout le spectre ou seulement pour une part de celui-ci, contenant 75 % de l'énergie de radiation totale à sa température. — M. **J.-W. Bispham** : *Le gradient de potentiel dans les décharges lumineuses d'un point à un plan*. L'auteur a étudié la distribution de la force électrique le long de l'axe des décharges lumineuses d'un point chargé à un plan voisin, dans le cas où des stries sont visibles; ces décharges ont été décrites par Obermayer. L'auteur a reconnu que tous les types de décharge lumineuse striée vus par Obermayer, dans lesquels la lueur s'étend du point à la plaque sous une forme plus ou moins conique, sont de caractère intermittent. Dans le cas de l'hydrogène, quand la pression est d'environ 1 cm. de mercure, deux types de décharge continue sont possibles : dans l'un, pour les faibles courants, la luminosité est restreinte aux environs de la pointe; dans l'autre, pour les courants forts, la forme de la décharge est celle qu'on obtient entre de petites électrodes planes. Avec une grande résistance extérieure dans le circuit, on obtient une condition intermédiaire instable, dans laquelle la décharge est intermittente. — M. **J. Nicol** a étudié la *rotation de l'arc électrique dans un champ magnétique*. L'auteur a reconnu que la vitesse de l'arc électrique dans un champ magnétique transverse est sensiblement : 1° indépendante de la longueur de l'arc; 2° proportionnelle à la force du champ magnétique, et augmente linéairement avec le courant. Des expériences, l'auteur a déduit la valeur de $k_1 k_2$, produit des vitesses des ions qui transportent le courant. De cette valeur, — et en supposant que l'ion négatif est un corpuscule dont on calcule la vitesse, — on conclut que les porteurs de l'électricité positive ont une masse du même ordre que celle de l'atome d'hydrogène. — M. **H.-C. Pocklington** : *Sur les anomalies dans l'intensité des spectres de diffraction*. M. Wood a trouvé que le spectre d'une lampe à incandescence formé par un réseau peut présenter des lignes brillantes et sombres, qui se déplacent dans le spectre quand on modifie l'inclinaison du réseau. L'auteur, partant d'un réseau théorique, étudie analytiquement le phénomène et en donne l'explication. — M. **T. Royds** a *comparé les spectres de l'émanation du radium obtenus par différents observateurs*. Le spectre de Ramsay et Cameron contient un grand

nombre de lignes qui peuvent être identifiées avec celles du xénon; après élimination de ces lignes, il n'en reste que 16 qui appartiennent vraiment au spectre de l'émanation, dont 8 coïncident avec des lignes observées par l'auteur lui-même. — MM. **T.-B. Wood** et **W.-B. Hardy** ont étudié l'*état physique du gluten*. Ils ont reconnu que cet état, c'est-à-dire le degré de cohérence ou de dispersion du gluten comme hydrosol, est déterminé par la différence de potentiel entre les particules de protéine et le fluide. Le développement de cette différence de potentiel peut s'expliquer de deux façons : 1° physiquement, par des différences dans la vitesse des ions des électrolytes présents (mais cette vue semble incompatible avec certains faits expérimentaux); 2° chimiquement, par le caractère amphotère de la molécule protéique, qui contient des groupes H et OH; elle réagit avec les acides et les alcalis pour donner un nombre indéfini de sels, qui sont ionisés par l'eau. — M. **C.-S. Sherrington** : *L'innervation réciproque des muscles antagonistes*. XII. *Les réflexes proprioceptifs*. L'auteur montre que la flexion du genou produit, en tendant le muscle extenseur du genou, une inhibition réflexe de la contraction de ce muscle; le muscle prend, en conséquence, une plus grande longueur : cette réaction est appelée la « réaction allongeante ». Le nerf afférent du muscle extenseur est absolument indispensable à cette réaction. Inversement, il y a une « réaction raccourcissante » : Quand le muscle extenseur est raccourci, soit passivement, soit par sa contraction propre active, il se produit un changement dans l'arc réflexe du muscle lui-même, qui diminue sa longueur tonique. Le résultat est qu'une contraction transitoire du muscle se prolonge par la persistance d'une contraction tonique, et cette dernière constitue la « réaction raccourcissante » qui s'ajoute à la contraction passagère. La réaction raccourcissante est produite par les fibres nerveuses afférentes du muscle lui-même. Ces réflexes proprioceptifs des muscles extenseurs présentent une grande analogie avec les réactions observées par Uexkull sur le muscle rétracteur des Siponcles. XIII. *L'antagonisme entre l'inhibition et l'excitation réflexes*. L'auteur montre expérimentalement que, dans l'inhibition et l'excitation réflexes agissant sur un centre commun, on a deux influences qui sont antagonistes au sens strict, en ce sens qu'elles se comportent comme deux forces qui agissent en direction opposée au même point d'application. Le résultat est la somme algébrique des effets productibles par les deux nerfs, l'afférent excitateur et l'afférent inhibiteur. Les deux nerfs opposés doivent avoir dans le centre réflexe un lieu commun d'opération. Le point de rencontre peut être dans un synapse, auquel cas on peut penser que les influences opposées altèrent inversement la perméabilité de la membrane synaptique, ou bien il peut se trouver dans la substance d'un neurone, probablement dans le motoneurone même.

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE DE LONDRES

Séance du 26 Février 1909.

M. **Coker** décrit une machine construite par les élèves du City and Guilds Technical College, à Finsbury, et destinée à appliquer simultanément des moments fléchissant et de torsion sur la longueur entière d'un échantillon, dans une proportion quelconque l'un par rapport à l'autre. Un barreau est suspendu en deux points intermédiaires par des fils attachés à un support fixe. Les extrémités saillantes égales du barreau sont chargées par des poids W, de sorte que le couple appliqué entre les points de suspension est uniforme et de valeur Wa, si a est la longueur du bras de levier. Le barreau est également tordu par des poids W_1 attachés à des bras égaux de longueur b, de sorte qu'il existe un moment de torsion uniforme de valeur $W_1 b$ entre les points de suspension. Les deux systèmes de charges sont indépendants et leur rapport peut être amené à une valeur quelconque. — MM. **S. P. Thompson** et **E. W. Moss** : *Sur le facteur d'auto-démagnétisation des aimants en forme de barreau*. Les auteurs montrent qu'en général, pour tout aimant en forme de barreau, il y a une action auto-démagnétisante, dont la valeur, au milieu du barreau, dépend, pour une intensité donnée de magnétisation, de la longueur du barreau relativement à sa section transversale, de la perméabilité de ses parties et de la distribution de son magnétisme de surface. Mais, par le fait que, pour chaque sorte d'acier, la perméabilité n'est ni constante, ni en relation simple avec la densité de flux, tout calcul de la distribution polaire actuelle pour un barreau est impossible. La seule forme d'aimant qui se prête au calcul est celle de l'ellipsoïde, où la force interne de démagnétisation est partout constante. Le facteur d'auto-démagnétisation est alors la quantité de force auto-démagnétisante par unité de magnétisation intrinsèque. Pour les aimants en forme de barreaux cylindriques, le facteur d'auto-démagnétisation est le rapport de la valeur de la force auto-démagnétisante pour le barreau entier à la magnétisation interne; les auteurs l'ont déterminé sur plusieurs barreaux et ont obtenu des valeurs inférieures à celles de Du Bois et de Riborg Mann. Ils ont également déterminé le facteur auto-démagnétisant pour des aimants en forme de barreaux à section rectangulaire; pour des barreaux ayant un rapport de section de 2 : 1, le facteur est les 93 °/₀ du facteur pour les barreaux à section carrée; pour les barreaux plats, ayant un rapport de section de 10 : 1, le facteur tombe aux 75 °/₀ du facteur pour les barreaux à section carrée. — M. **R. C. Darling** présente : 1° une expérience pour illustrer la température d'égale densité de l'aniline et de l'eau (63°); 2° une forme simple de pyromètre thermo-électrique pour l'usage des étudiants; 3° un dispositif combiné de pont et de potentiomètre pour l'emploi avec le pyromètre et dans les laboratoires; 4° une nouvelle forme de rhéostat à plaque de carbone, pouvant servir au contrôle des petits fours électriques.

Séance du 12 Mars 1909.

M. **A. E. Garrett** a constaté que les radiations du radium ont la propriété d'éteindre la décharge en forme de brosse produite par une bobine d'induction capable de donner une étincelle de 6 pouces; ce sont les rayons β qui produisent cet effet, comme Willows et Peck l'avaient déjà montré pour la décharge de la machine de Wimshurst. La décharge en forme de brosse d'une anode pointue n'est pas altérée par le radium. La sensibilité au radium paraît dépendre de la nature oscillatoire de la décharge; il est probable qu'une décharge latérale a lieu quand le radium agit. — M. **A. E. Snow** a étudié la *méthode de Pirani pour la mesure de la self-inductance d'une bobine*. Dans cette méthode, la bobine dont on mesure la self-inductance L est réunie en série avec un condensateur de capacité C, cette combinaison formant un bras d'un pont de Wheatstone; le condensateur est shunté par une résistance non inductive r. Les résistances des autres bras du pont sont ajustées pour un équilibre continu. On trouve alors que $L = Cr^2$ pour une décharge continue du condensateur. L'auteur étudie le cas où la décharge est oscillatoire, la f. é. m. appliquée étant constante. Il obtient une équation différentielle du 3e ordre à coefficients constants, dont on peut déduire la valeur de x (courant passant à travers le galvanomètre) sous la forme nécessaire pour une décharge oscillatoire; on trouve que la décharge du condensateur est de la même nature que la décharge à travers le galvanomètre. On arrive encore au résultat $L = Cr^2$, de sorte que, dans le cas de décharge oscillatoire, la valeur de l'inductance de la bobine est encore indépendante de l'inductance du galvanomètre. Pour une f. é. m. alternative, l'auteur n'a pu arriver à aucun résultat par cette méthode. — M. **W. S. Tucker** présente une *batterie primaire à haut potentiel*, des-

tinée à maintenir à des potentiels connus des conducteurs tels que l'aiguille d'un électromètre à quadrants, à charger des condensateurs pour les essais de capacité et d'isolement, ou à calibrer des voltmètres électrostatiques. Elle est composée de 900 éléments en série, constitués par du carbone et du zinc pur avec une solution presque saturée de chlorure de calcium comme électrolyte; la nature hygroscopique de la solution prévient sa dessiccation. Il est possible d'obtenir 1,02 volt par élément, soit plus de 900 volts en tout. Les bornes étant bien isolées, on obtient un voltage très stable, variant à peine de 1/2 °/o en 2 heures et de 1 °/o pendant une demi-journée. — **M. H. S. Rowell** : *Le plus petit moment d'inertie d'une section de cornière.* L'auteur montre que les erreurs dans le dessin des étais sont inévitablement élevées, particulièrement celles des sections de cornières. Aussi une valeur approximative est suffisante pour le moment d'inertie. Si les longueurs moyennes des bras sont a et b, l'angle θ que chaque axe principal fait avec le bras de longueur a sera donné par l'équation :

$$\operatorname{tang} 2\theta = \frac{6}{\frac{b}{a}\left(\frac{b}{a}+1\right) - \frac{a}{b}\left(\frac{a}{b}+1\right)}.$$

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Séance du 4 Mars 1909.

MM. G. Martin et **F. S. Kipping**, en traitant le triphénylsilicol par H^2SO^4 fumant à — 10°, n'ont pas obtenu l'acide triphénylsilicolsulfonique, décrit par Ladenburg, dont l'existence paraît très douteuse, mais de l'acide benzènesulfonique et, à température plus élevée, de l'acide benzènedisulfonique. — **MM. H. B. Dixon** et **H. F. Coward** ont déterminé les températures d'ignition moyennes de quelques gaz à la pression atmosphérique; voici les résultats obtenus :

	DANS L'OXYGÈNE	DANS L'AIR
	—	—
H.	585°	585°
CO (humide)	650°	651°
CAz.	811°	—
C^2H^4	510°	543°
C^2H^2	428°	429°
H^2S.	227°	364°.

— **M. H. E. Watt** a isolé du *Senecio latifolius* deux alcaloïdes nouveaux, $C^{18}H^{27}O^8Az$ et $C^{18}H^{25}O^7Az$, qu'il nomme *sénecifoline* et *sénecifolidine*. Le premier cristallise en tables incolores, F. 194°-195°, $[\alpha]_D = +28°8'$; il peut être décomposé par un alcali en un acide dicarboxylique $C^{10}H^{16}O^6$, l'acide sénecifolique, et une nouvelle base, $C^8H^{11}O^3Az$, la sénecifolinine. Le second cristallise en tables rhombiques, F. 212°, $[\alpha]_D = -13°56'$. — **MM. M. O. Forster** et **F. P. Dunn** déduisent, de la réaction de quelques oximes typiques avec le diazométhane, une nouvelle explication de la stéréo-isomérie dans ce groupe de composés. — **M. M. O. Forster** conclut, de la production de cinnaménylcarbimide quand la cinnamoylazoimide perd Az en l'absence de l'eau, que les autres azides acyliques doivent leur propriété de donner des carbamates et des carbamides avec les alcools et les amines respectivement à la formation intermédiaire de carbimides. — **MM. Al. McKenzie** et **G. W. Clough** ont fait quelques expériences sur l'inversion de Walden; ils ont réalisé l'interconversion des acides mandéliques optiquement actifs par l'action successive de PCl^5, AzH^4OH et $HAzO^2$. — **MM. N. L. Gebhard** et **H. B. Thompson** ont fait réagir les arylhydroxylamines avec les sels de diazonium et obtenu des composés diazohydroxylaminés ou azohydroxyanilides, classe de substances qui peuvent être regardées comme des dérivés hydroxylés des composés diazoaminés dans lesquels l'H de l'imine est remplacé par OH. Une série de ces substances, dérivées de la p-tolylhydroxylamine et de divers composés diazonium, a été préparée. — **MM. A. Th. de Mouilpied** et **Al. Rule** ne sont pas parvenus à réduire la tétracétopipérazine en un dérivé de la pipérine; PCl^5 et le phénylcarbimide sont sans action sur elle. — **M. O. Flaschner** a étudié la miscibilité des trois picolines et pipécolines avec l'eau. L'influence du voisinage d'un point de solution critique sur la forme de la courbe de fusion est analogue à celle que le voisinage d'un point critique exerce sur l'isotherme d'une vapeur. — **M. F. D. Chattaway** a préparé le dichlorocarbamide en faisant passer Cl à travers une solution aqueuse, concentrée et refroidie, de carbimide. En opérant rapidement, on obtient un rendement de 25 %. La perte est due à l'hydrolyse produite par HCl formé; si on l'enlève immédiatement par combinaison avec ZnO, le rendement s'élève à 75 %. — **MM. A. Senier** et **F. G. Shepheard**, en faisant agir des arylthiocarbimides sur les arylméthylènediamines à 150°-200°, ont obtenu : soit des thiotétrahydroquinazolines et des diarylthiocarbamides quand la position para du groupe arylique est occupée, soit des méthylènecarbamides ou thiocarbamides cycliques instables et des diarylcarbamides. — **MM. K. S. Caldwell** et **W. H. Hurtley** ont distillé la graisse du beurre, l'huile de noix de coco et leurs acides gras dans le vide de la lumière cathodique; la graisse du beurre commence à distiller à une température intérieure de 187° à 210°; la tributyrine distille à 107°. On en conclut que le beurre ne contient point de tributyrine. L'acide laurique forme au moins 60 °/o des acides gras de l'huile de coco, tandis qu'il n'a pu être décelé dans le beurre; l'huile de coco renferme aussi de l'acide palmitique. — **M. T. E. Thorpe** montre que la présence de P ordinaire dans les allumettes Lucifer au sesquisulfure de phosphore peut être établie le plus facilement par chauffage dans le vide; P se sublime s'il est présent. — **MM. E. du Barry Barnett** et **S. Smiles**, en traitant les sulfoxydes de tétranitro-, de 3 : 9-dinitro- et d'isodinitrodiphénylamine par HCl en solution alcoolique, ont obtenu des substances cristallines colorées, qui sont des isomères possédant la structure sulfonium *o*-quinonoïde. — **MM. K. J. P. Orton** et **W. J. Jones** ont obtenu un composé hydraté basique cristallisé de chlorure et d'hypochlorite de calcium en refroidissant modérément des solutions concentrées de poudre à blanchir. — **M. E. R. Marle** a étudié l'action de CO^2 sur les nitrites en solution; un peu d'acide nitreux est entraîné. — **MM. J. J. Sudborough** et **H. Hibbert** ont modifié leur méthode de détermination des amines primaires, secondaires et tertiaires en remplaçant le phénétol par l'éther amylique comme solvant. — **M. W. N. Haworth** discute la nature de la condensation du cyanoacétate d'éthyle avec certaines aldéhydes et cétones. — **MM. R. Robinson** et **J. L. Simonsen**, en oxydant le dérivé acétylé de la barbaloïne avec l'acide chromique, ont obtenu la diacétylrhéine, $C^{14}H^8O^2(OCOCH^3)^2.CO^2H$, F 245°, et d'autres substances. L'étude et l'analyse de la rhéine et de ses dérivés ont montré que cette substance a la composition $C^{15}H^8O^6$ et est un acide dihydroxyanthraquinonecarboxylique, probablement l'acide chrysazinecarboxylique; l'acide æ-émodine serait l'alcool correspondant. — **M. H. Finnemore** a extrait de la racine de chanvre canadien, à côté de l'apocynine, de la cynotoxine, $C^{29}H^{46}O^6$, F. 165° avec décomposition; c'est une dilactone.

SOCIÉTÉ ALLEMANDE DE PHYSIQUE

Séance du 22 Janvier 1909.

M. O. Hahn et **Mlle L. Meitner** décrivent une *nouvelle méthode de préparation des produits de décomposition radio-actifs*. Les auteurs ont repris une expérience faite il y a quelques années par Mlle Brooks, en tâchant de démontrer la présence de radium B (RaB) sur un disque-électrode disposé en face du fond d'un vase cylindrique renfermant le précipité actif Ra (A + B + C) de deux milligrammes de radium. L'activité constatée, après avoir fortement augmenté, finit par décroître

avec une période de 26 minutes, démontrant bien ainsi la présence de RaB. Ces résultats ont engagé les auteurs à étendre leurs expériences à l'actinium et au thorium. Dans le cas du premier élément, ils ont réussi d'autant plus facilement que, tout récemment encore, ils avaient démontré l'émission, par l'actinium B, de rayons α et sa décomposition avec une période de 2, 15 minutes, c'est-à-dire avec une rapidité extrême, en l'actinium C, émettant des rayons β. La prévision des auteurs, d'obtenir par cette voie de l'actinium C pur, a été pleinement confirmée. L'investigation du précipité actif du thorium présentait un intérêt particulier, en raison de la présence de deux groupes de rayons α, démontrée par les courbes d'ionisation. Comme le thorium B — dont la nature complexe était ainsi mise en évidence — se décompose, en émettant des rayons α, en thorium C, les auteurs pouvaient s'attendre à obtenir ce produit sur l'électrode négative. Les expériences ont démontré l'existence d'un corps à décomposition bien plus lente, que les auteurs désignent sous le nom de thorium D. La présence de ce corps, d'une durée de quelques minutes, se démontre aussi par voie chimique. Ces expériences sont continuées. — **M. F. F. Martens** a étudié les *fluctuations de pression rapides et périodiques*. L'auteur modifie une méthode antérieurement indiquée par MM. Fröhlich, Hartmann-Kempff et lui-même, pour rendre visibles les vibrations d'une membrane téléphonique par un miroir parallèle à la membrane et attaché à son bord, en disposant le miroir perpendiculairement à la membrane, et en lui ajoutant un second miroir, doublant les élongations des rayons lumineux réfléchis. Le dispositif qu'il indique pour l'étude des courbes de pression acoustique comporte un arc voltaïque dont l'image optique est produite sur un diaphragme. Les rayons partant de ce dernier, rendus parallèles par un objectif, sont réfléchis sur les deux miroirs d'une membrane disposés comme il a été dit, et finalement sont projetés, par un miroir tournant, dans une chambre photographique qui produit une image bien définie de l'arc voltaïque. Ce dispositif a servi à l'auteur pour enregistrer, en collaboration avec M. O. Leppin, de nombreuses ondes acoustiques et pour les décomposer, suivant l'analyse de Fourier, en collaboration avec M. Jordan. — **M. E. Müller** rend compte des *expériences photoélectriques* qu'il vient de faire *sur les métaux alcalins*. Il répète une expérience de M. J. J. Thomson, suivant laquelle le rubidium métallique et l'alliage sodium-potassium, liquide à la température ordinaire, émettent, dans le cas d'une surface métalliquement pure, un rayonnement continuel, magnétiquement déviable, d'électrons négatifs, même en l'absence de toute action lumineuse. Le savant anglais en tire la conclusion que les métaux alcalins seraient radio-actifs, tandis que les expériences de l'auteur, d'accord avec une hypothèse de M. Lenard, font voir que le phénomène en question n'est autre que l'effet photo-électrique des rayons infrarouges. — **M. H. Schmidt** s'est posé la tâche de vérifier les lois de rayonnement du bec de Bunsen. En se basant sur la loi d'un rayonnement de température pur, il détermine, à l'aide de l'émission et de l'absorption, la température de la flamme Bunsen et il réussit ainsi à démontrer la validité quantitative des lois de rayonnement. Ces recherches sont contrôlées par des déterminations de températures, faites par une méthode toute différente, indépendamment des propriétés rayonnantes de la flamme. ALFRED GRADENWITZ.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE VIENNE

Séance du 11 Février 1909.

1° SCIENCES PHYSIQUES. — **MM. J. Klimont et E. Meisels**: Sur la présence de glycérides polyacides dans les graisses naturelles.

2° SCIENCES NATURELLES. — **M. W. Himmelbaur** : Etude de morphologie de la fleur et d'embryologie sur le *Datisca cannabina*. — **M. R. Pöch** donne quelques renseignements sur son voyage d'exploration de Totin sur le lac Ngami à Palapye (Afrique du Sud).

Séance du 18 Février 1909.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — **M. R. Daublebsky von Sterneck** : Sur les combinaisons en sommes déterminées des classes restantes exemptes de diviseurs d'une puissance première. — **M. E. Hellebrand** : La distribution favorable des poids dans les mesures d'angles des triangles.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — **MM. Zd. H. Skraup** et **A. Woeber** ont étudié l'hydrolyse partielle de l'édestine des graines de chanvre par agitation avec HCl fumant et l'acide acétique. Après repos, la neutralisation par AzH^3 précipite une substance A, tandis qu'il reste en solution une partie non complètement hydrolysée (substance B); cette dernière est un mélange d'une albumose et d'une peptone. De l'édestine à la substance A, la teneur en acide glutamique et arginine diminue, ainsi que celle en tyrosine, phénylalanine, leucine et alanine, fait remarquable, car, dans l'hydrolyse alcaline de l'ovalbumine, elle augmente. De la substance A à la substance B, il y a augmentation d'histidine, d'arginine et d'acide glutamique. — **MM. Zd. H. Skraup** et **M. Turk** ont constaté que, dans l'hydrolyse de la caséine par HCl ou par H^2SO^4, il se forme à peu près la même quantité d'acide glutamique (20 % de chlorhydrate), contrairement aux indications de Kutscher.

3° SCIENCES NATURELLES. — **M. A. Durig** communique les résultats de l'Expédition au Mont-Rose en 1906. La fréquence du pouls s'est montrée jusqu'à 3.000 mètres à peu près la même que dans la plaine; au sommet (4.560 mètres), elle présente toujours une augmentation, qui peut aller jusqu à 74 % de la valeur normale. La pression sanguine au sommet s'abaisse d'abord, puis revient plus tard à la même valeur que dans la plaine. La température du corps est restée constamment plus élevée pendant le séjour sur le sommet. On n'a noté aucune modification notable du temps de réaction des phénomènes psychiques, ni aucune diminution de l'action de l'alcool sur leur durée. Au sommet, on observe une augmentation des phénomènes de combustion et des échanges, qui s'élève au sixième de la normale. — **M. H. Vetter** présente ses recherches géologiques sur le Zjargebirge et les parties voisines de la Mala Magura en Haute-Hongrie.

Séance du 4 Mars 1909.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — **M. F. Mertens** développe quelques théorèmes préparatoires sur les équations cycliques dans le domaine de la racine carrée d'un nombre négatif et les applique à la démonstration du théorème de Kronecker d'après lequel toutes les équations abéliennes du domaine i sont épuisées par les équations qui résultent de la division de la lemniscate entière. — **M. E. Dintzl** présente ses recherches sur les nombres dans le corps $\sqrt{-2}$ (qui sont analogues aux nombres de Bernouilli). — **M. A. Prey** étudie le cas de commensurabilité du type 1/3 dans le système des petites planètes. Les cas de libration ne peuvent se présenter que rarement, car les conditions initiales correspondantes se trouvent entre des limites très étroites; ils sont impossibles, en particulier, quand les conditions initiales correspondent à la conjonction symétrique. Une planète dont les conditions initiales correspondent à une trajectoire circulaire conserve cette forme pendant très longtemps; ce n'est que dans des cas spéciaux que les écarts deviennent rapidement importants. — **M. R. Schneider** présente ses recherches sur les oscillations pulsatoires (agitation microséismique) du sol terrestre pendant l'hiver 1907-1908 à Vienne. Elles atteignent leur maximum en hiver et manquent presque complètement en été; les périodes varient de 3,2 à 9,7 secondes, avec une plus grande fréquence des périodes de 5 et 6,5 secondes. L'amplitude des mouvements du sol est très variable; en

moyenne, elle est de 3 μ pour la composante N.-S., mais elle peut dépasser 15 μ; l'amplitude augmente avec la période. Ces oscillations paraissent être dues aux mouvements rythmiques produits par le brisement des flots sur les côtes de la mer.

2° Sciences physiques. — M. **F. Ehrenhaft** a constaté que les petites particules métalliques, obtenues par évaporation dans l'arc électrique, placées dans un champ électrostatique homogène et examinées à l'ultramicroscope, se montrent en partie pourvues d'une charge électrique. Elles se divisent en trois parties, de sorte que l'on peut conclure, de leur direction dans le champ, à l'existence de particules positives, négatives et non chargées. L'étude du mouvement des particules et l'application de la formule de Stokes permettent d'arriver par une voie indépendante à la valeur de la quantité d'électricité élémentaire. — M. **C. Doelter** a poursuivi l'étude de l'action du radium sur la couleur des minéraux. Dans le cas où le colorant est un mélange isomorphe, la modification légère est due à une modification du degré d'oxydation du métal. Là où il y a seulement un éclaircissement de la couleur, on doit l'attribuer à l'ionisation. Mais, dans beaucoup de cas (topaze, spath-fluor, quartz rosé, etc.), il doit s'agir de la formation d'un métal colloïdal ou d'une combinaison colloïdale, surtout là où le chauffage dans les gaz produit la décoloration, le colorant colloïde labile étant détruit par la chaleur. — M. **P. Friedlaender** a préparé des matières colorantes par condensation de l'α-oxythionaphtène avec les aldéhydes aromatiques, ainsi qu'avec des combinaisons diazonium. — MM. **F. Haiser** et **F. Wenzel** ont déterminé le poids moléculaire de l'acide inosique d'après la conductibilité de son sel neutre de sodium et d'après l'abaissement du point de congélation de sa solution aqueuse; la valeur concorde avec la formule $C^{10}H^{13}O^8Az^4P$. D'autre part, l'inosine-pentose a été reconnu comme identique au *d*-lyxose.

3° Sciences naturelles. — M. **O. Abel** a reconstitué le squelette de l'*Eurhinodelphis Cocheteuxi* du Miocène supérieur d'Anvers. Les Eurinodelphes forment une branche latérale isolée des Odontocètes, parente des Ziphiidés et des Acrodelphides, qui s'est éteinte sans descendance à la limite du Miocène et du Pliocène. — Le même auteur a étudié le crâne du *Saurodelphis argentinus* du Pliocène de l'Argentine. Il est tout à fait différent de celui du *Pontoplanodes*, avec lequel Burmeisser l'avait identifié. — M. **F. Wonisch** a étudié le développement du faisceau vasculaire chez 41 genres de Cyrtandroïdées; la majorité suit le type avec trace foliaire monocorde; quelques-uns appartiennent au type avec trace foliaire à 3 cordons. — M. **F. von Höhnel** poursuit ses recherches mycologiques et décrit un grand nombre de champignons des tropiques peu connus, en même temps qu'il établit beaucoup de synonymies.

ACADÉMIE DES SCIENCES D'AMSTERDAM

Séance du 30 Janvier 1909.

1° Sciences mathématiques. — M. **J. de Vries** : 1° *Sur les courbes planes du quatrième ordre à deux points flecnodaux ou bilecnodaux.* Démonstration des théorèmes suivants : Deux des tangentes doubles d'une C_4 à deux points flecnodaux O_1, O_2 se coupent en un point H de O_1O_2; les points de contact des quatre tangentes simples par H se trouvent sur une droite contenant aussi trois points d'intersection des tangentes simples r_1, s_1, t_1 issues de O_1 avec les tangentes simples r_2, s_2, t_2 issues de O_2 et, de plus, le point commun aux tangentes d'inflexion en O_1 et O_2. La courbe C_4 à deux points bilecnodaux O_1, O_2 admet une infinité simple de quadrangles inscrits à triangle diagonal commun $O_1O_2O_3$, les droites O_1O_3 et O_2O_3 étant séparées harmoniquement de la droite O_1O_2 par les tangentes doubles en O_1 et O_2; le point O_3 est le point de concours de quatre tangentes doubles dont les huit points de contact se trouvent sur une conique; de même les huit points d'inflexion de la courbe se trouvent sur une conique, etc. — 2° *Sur les courbes planes qui peuvent être engendrées par deux involutions de rayons projectives.* Les courbes C_{2n} aux deux points O_1, O_2 de multiplicité *n* engendrées par les involutions projectives $(\alpha_3x_2+\alpha_3x_3)^{(n)}+\lambda(\alpha_2x_2+\alpha_2x_3)^{(n)}=0$, $(\beta_1x_1+\beta_3x_3)^{(n)}+\lambda(\beta_1x_1+\beta_3x_3)^{(n)}=0$ aux sommets O_1, O_2 admettent une infinité de $2n$-latères inscrits dont O_1, O_2 sont des sommets de multiplicité *n*. Cas particuliers. — M. **H. de Vries** : *La courbe plane du quatrième ordre à deux ou trois points de rebroussement et zéro ou un point double comme projection de la courbe gauche du quatrième ordre de première espèce.* Déduction synthétique de plusieurs résultats déduits par l'analyse par M. J. de Vries (*Revue générale des Sciences*, t. XX, p. 198) à l'aide de la projection centrale de la courbe gauche mentionnée, un point quelconque de la courbe double de la surface développable correspondante étant le centre de projection. — M. **P. H. Schoute** : *Sur des réseaux quadridimensionaux et leur sections avec des espaces.* IV. Les sections du réseau (C_{24}). Tables et figures en rapport avec ces sections et les réseaux tridimensionaux tant soit peu réguliers qui en découlent. En partie ces réseaux tridimensionaux sont connus : celui des granatoèdres, celui des cubes, celui des polyèdres à quatorze faces de Lord Kelvin; les autres, en rapport avec des espaces normaux à un diamètre joignant les milieux de deux arêtes opposées ou les centres de gravité de deux faces opposées, sont plus compliqués et consistent en polyèdres admettant un axe de période 3. — Ensuite M. Schoute présente au nom de M. **L. Godeaux** (Liége) : *Sur les types de* ∞^r *complexes bilinéaires de* M^n_{r-2} *dans* E_r. — M. **J. P. van der Stok** : *Sur la durée des grosses pluies à Batavia.* Depuis 1866, l'Observatoire de Batavia a fait faire des observations par heure de plusieurs quantités météorologiques, entre autres des quantités d'eau pluviale; ces observations embrassent, sur 25.000 heures de pluie, 8.200 averses. En des climats moins favorables, il n'est pas possible de faire ces observations nuit et jour et les pluviomètres auto-enregistreurs souffrent toujours de plusieurs discontinuités; ainsi la série indiquée est probablement unique. Ici l'auteur étudie la distribution des averses et y applique les formules de fréquence connues.

2° Sciences physiques. — M. J. D. van der Waals présente au nom de son fils **M. J.-D. van der Waals Jr.** : *La loi de distribution de l'énergie dans les systèmes électriques.* Par les recherches de Boltzmann et de Gibbs, le théorème de Maxwell, d'après lequel chaque degré de liberté représente la même quantité d'énergie cinétique dans le cas d'équilibre statistique, a été prouvé rigoureusement par rapport aux systèmes auxquels s'applique leur théorie. Néanmoins, ce résultat est en conflit avec les données expérimentales : on sait depuis longtemps que les molécules de gaz possèdent sans doute un plus grand nombre de degrés de liberté qu'on ne peut le déduire de la chaleur spécifique dans le cas du volume constant, eu égard à ce théorème. Boltzmann et Gibbs ont remarqué expressément que les systèmes de la Nature présentent toujours des différences importantes avec ceux pour lesquels le théorème est démontré; en effet, ils ont créé leur théorie statistique exclusivement pour les systèmes à un nombre fini de degrés de liberté soumis aux équations de la Mécanique classique. Au contraire, les systèmes de la Nature contiennent toujours des charges électriques, ce qui implique l'éther à un nombre infini de degrés de liberté; de plus, les variations des coordonnées y sont soumises non seulement aux lois mécaniques, mais aussi aux équations fondamentales de l'électricité. Ainsi il est nécessaire d'étendre la méthode statistique, de manière à la rendre applicable aux phénomènes électriques. M. van der Waals fait connaître les tentatives différentes de MM. J. H. Jeans, H. A. Lorentz, W. Ritz, M. Planck et en donne la critique. — Ensuite M. van

der Waals présente au nom de M. **Ph. Kohnstamm** : *Sur la forme des isopiestes des mélanges binaires.* — M. **F. A. H. Schreinemakers** : *Le système $CuSO^4$, $CuCl^2$, AzH^4Cl, $(AzH^4)^2SO^4$, H^2O.* Ce système de cinq substances est, en réalité, un système quaternaire à cause de l'identité $CuSO^4 + 2AzH^4Cl = (AzH^4)^2SO^4 + CuCl^2$. L'auteur considère d'abord le système ternaire des quatre sels AB, AC, BD, CD, admettant la décompo-

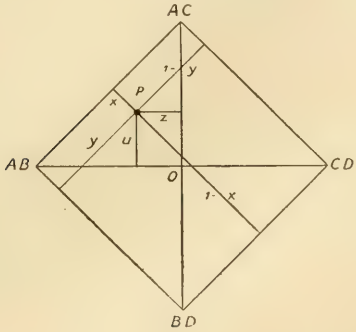


Fig. 1.

sition double $AB + CD = AC + BD$. Il représente les substances AB, AC, BD (fig. 1) par les sommets d'un triangle rectangle isocèle, les côtés de l'angle droit étant l'unité; alors la substance CD est représentée par le quatrième sommet du carré. Quelle composition correspond à la phase du point p? Cela dépend du choix des composantes. On trouve en molécules soit x BD, y AC et donc $1 - x - y$ AB, ou bien $1 - y$ AB, x CD et donc $y - x$ AC, ou encore $1 - y$ BD, $1 - x$ AC et donc $x + y - 1$ CD, ou enfin y CD, $1 - x$ AB et donc $x - y$ BD. Ces résultats s'accordent entre eux. L'auteur en déduit qu'on peut exprimer la composition correspondant à la phase p de deux manières différentes : 1° par rapport à l'un des quatre triangles qui forment les moitiés du carré aux côtés égaux à l'unité; 2° par rapport aux deux diagonales du carré aux côtés $\sqrt{2}$. Cela posé, l'auteur s'occupe d'une quatrième composante indépendante, qu'il mesure sur l'axe OE perpendiculaire en O au plan du carré; alors, pour $OE = 1$, le

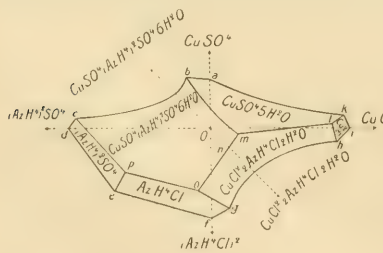


Fig. 2.

point E de l'espace correspond à l'eau. Ainsi l'on obtient une figure à trois dimensions (fig. 2) qu'on peut projeter sur le plan du carré; les côtés du carré ont été omis. Des quatre systèmes ternaires, le système H^2O, $CuSO^4$, $(AzH^4)^2SO^4$, étudié par Mlle W. C. de Baat, admet à la température de 30° trois substances solides en équilibre avec des liquides, de manière que l'isotherme se compose de trois lignes de saturation : *de* de $(AzH^4)^2SO^4$, *eb* de $CuSO^4.(AzH^4)^2SO^4.6H^2O$, *ba* de $CuSO^4.5H^2O$; la droite pointillée joignant O au point correspondant du sel double rencontre la ligne de saturation du sel double, ce qui prouve que ce sel est soluble dans l'eau sans décomposition. A la même température, le système quaternaire admet six substances fixes à côté du fluide. Les six surfaces de saturation sont *abmlk* pour $CuSO^4.5H^2O$, *iklh* pour $CuCl^2.2H^2O$, *fgope* pour AzH^4Cl, comme l'indique la figure. Les lignes de séparation de deux de ces six surfaces et les points communs à trois de ces surfaces représentent les solutions saturées à deux et à trois composantes fixes. La figure fait voir que $CuSO^4.(AzH^4)^2SO^4.6H^2O$ peut exister à côté de $(AzH^4)^2SO^4$, AzH^4Cl, $CuSO^4.5H^2O$ et de $CuCl^2.2AzH^4Cl.2H^2O$, mais non pas à côté de $CuCl^2.2H^2O$, que les deux sels doubles se comportent par rapport à l'eau et mutuellement comme des substances simples, qu'il y a à 30° une solution saturée à la fois avec $CuSO^4(AzH^4)^2.6H^2O$ et $CuCl^2.2AzH^4Cl.2H^2O$ indiquée par n, etc. — M. S. Hoogewerff présente au nom de M. **A. P. H. Trivelli** : *Contribution à la photochimie des sous-halogénures de l'argent.* Exposé de résultats d'expériences sur l'interprétation des modifications observées due à M. E. Bauer et sur le domaine de valabilité de la loi de Nietski. — M. W. H. Julius présente au nom de M. **A. Brester Jr.** : *Les vortex solaires de M. Hale.* D'après l'auteur, les protubérances du Soleil et les rayons de sa couronne ont la même cause que les lumières polaires de la terre et les vortex solaires de M. Hale sont des « aurores solaires ». Ces phénomènes se baseraient sur le mouvement des ions, la matière restant en repos.

3° Sciences naturelles. — M. J. W. Moll présente la thèse de M. **K. Zylstra** : *Le transport de l'acide carbonique à travers les feuilles.* En 1877, M. Moll publia dans les *Landwirtschaftliche Jahrbücher* les résultats de ses recherches prouvant que CO^2 du sol qui est à la disposition des racines ne saurait être la cause de la formation d'amidon dans les feuilles vertes qui se trouvent dans un espace exempt d'acide carbonique, ou d'une formation accélérée d'amidon dans l'air libre. De ses expériences, il conclut qu'une partie d'une feuille se trouvant dans un espace exempt d'acide carbonique ne peut pas former de l'amidon, même si des parties adjacentes sont situées dans un milieu beaucoup plus riche en acide carbonique que l'air ordinaire. M. Zylstra prouve, de son côté, que les résultats obtenus par M. Moll étaient exacts, mais qu'on arrive tout aussi bien à des résultats différents si l'on expérimente avec d'autres plantes et d'une autre manière. Tandis que la conclusion de l'impossibilité de la formation d'amidon aux dépens de l'acide carbonique contenue dans les parties immédiatement adjacentes s'est trouvée erronée, le résultat principal de l'impossibilité de la formation d'amidon dans les feuilles aux dépens de l'acide carbonique du sol est exact. Ces recherches ont mené M. Zylstra à la solution complète de la question importante du transport de l'acide carbonique dans les feuilles; c'est cette solution que M. Moll communique. — M. **G. C. J. Vosmaer** : *Sur les spinispirae de Spirastrella bistellata (O. S.) Ldfd.* — M. **F. A. F. C. Went** : *Quelques remarques sur le Sciaphila nana Bl.* — M. **C. H. H. Spronck** présente au nom de M. **J. G. Sleeswyk** : *Contribution à l'étude de l'anaphylaxie du sérum.* I. — M. **K. F. Wenckebach** présente : 1° la troisième partie des « Beiträge zur Kenntniss der menschlichen Herztätigkeit » (Contributions à la connaissance du fonctionnement du cœur de l'homme); 2° la thèse de M. **H. de Vries** intitulée « Arhytmia perpetua »; 3° la thèse de M. **G. C. J. van den Henvel** : la maladie de Stokes-Adams et un cas de dissociation des ventricules et des oreillettes du cœur (Gaskell's heart-block).

P.-H. Schoute.

Erratum : P. 287, colonne 2, ligne 10, lire : « sont habituelles *sauf* quand la végétation manque de vigueur ».

Le Directeur-Gérant : Louis Olivier.

Paris. — L. Maretheux, imprimeur, 1, rue Cassette.

20e ANNÉE N° 8 30 AVRIL 1909

Revue générale des Sciences pures et appliquées

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER, Docteur ès sciences.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. L. OLIVIER, 18, rue Chauveau-Lagarde, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et dans tous les pays étrangers, y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Distinctions scientifiques

Distinction à un savant français. — Dans une de ses dernières séances, la Société Royale de Londres a nommé membre étranger M. Emile Picard, membre de l'Académie des Sciences de Paris, professeur à la Sorbonne. La *Revue* est heureuse de féliciter son éminent collaborateur de cette flatteuse distinction.

§ 2. — Astronomie

Le diamètre de Mercure. — Nous n'avons encore que des données très incertaines sur le diamètre, le volume, la masse de cette planète. Pour nous en convaincre, il suffit de comparer les différents nombres admis en même temps par les astronomes.

Young, dans son *Astronomie générale*, donne comme diamètre de la planète 4.800 kilomètres, avec une erreur en plus ou en moins de 80 kilomètres. Cependant, dans un tableau d'ensemble placé à la fin du volume, on trouve une valeur un peu plus grande : 4.872,8 kilomètres, ou la 382/1.000e partie du diamètre terrestre.

L'*Annuaire du Bureau des Longitudes* adopte le diamètre déterminé par Kaiser et égal aux 376 millièmes du diamètre équatorial terrestre. Or, en admettant pour ce dernier 12.756 kilomètres, on trouve pour le diamètre de Mercure 4.800 kilomètres.

On admet également la valeur 0,373, soit 4.758 kilomètres, et pour le volume 0,052, celui de la Terre étant 1.

Le 13-14 novembre 1907, Mercure passait devant le Soleil et fournissait ainsi aux astronomes une excellente occasion pour mesurer son diamètre.

M. Paul Stroobant, astronome à l'Observatoire Royal de Belgique, a réuni un grand nombre d'observations de ce passage, effectuées dans 33 localités : 27 en Europe, 4 aux Etats-Unis et 2 dans l'hémisphère austral. Son but était de tirer, de l'observation des contacts à l'entrée et à la sortie de Mercure, la valeur du diamètre de cette planète et la correction de sa position relative par rapport au Soleil.

Voici les résultats de ses recherches :

Le temps compris entre le contact I et le contact II donne pour valeur du diamètre apparent de Mercure 9″,16, et le temps écoulé entre le contact III et le contact IV fournit pour ce diamètre le nombre 9″,10, résultat probablement beaucoup plus exact que le premier, tant à cause du nombre de déterminations sur lequel il repose que de la nature même des observations.

En adoptant 9″10 pour diamètre de Mercure le 14 novembre 1907, on trouve pour ce diamètre à la distance 1 : 6″,16 au lieu de 6″,61, valeur donnée dans l'*Annuaire du Bureau des Longitudes*. Le diamètre de Mercure serait donc un peu inférieur à la valeur adoptée généralement; cet écart semble, d'ailleurs, confirmé par les résultats déduits des mesures micrométriques du disque effectuées pendant le passage.

En prenant pour unité le rayon de la Terre, on trouve 0,350 pour celui de Mercure (au lieu de 0,373, 0,376 et 0,382), ce qui donne pour ce rayon 2.232 kilomètres et pour le diamètre 4.464 kilomètres.

Le volume de Mercure serait 0,043 (au lieu de 0,052), celui de la Terre étant 1, et, en conservant la valeur adoptée pour la masse de la planète, sa densité serait 1,42 (au lieu de 1,17).

Abbé Th. Moreux.

§ 3. — Art de l'Ingénieur

L'état actuel des chemins de fer français[1]. — Au 1er janvier 1908, le réseau ferré français s'étendait sur une longueur de 47.823 kilomètres. Nous venons au troisième rang en Europe pour la longueur absolue, après l'Allemagne (58.040) et la Russie et Finlande (58.385). Nous possédons ainsi $8_{,5}$ kilomètres de voie ferrée par myriamètre carré[2], et $12_{,5}$ kilomètres par 10.000 habitants[3].

D'après M. Peschaud, la vitesse commerciale maxima a réalisé les progrès suivants, de 1883 à 1908 :

[1] *Revue politique et parlementaire*, 10 janvier et 10 février 1909. *Economiste français*, 25 juillet et 1er août 1908.

[2] Belgique $25_{,5}$; Luxembourg $19_{,7}$; Angleterre $11_{,4}$; Allemagne $10_{,7}$; Suisse $10_{,7}$; Pays-Bas $9_{,3}$; Danemark $8_{,9}$.

[3] Suède $26_{,4}$; Luxembourg $21_{,6}$; Suisse $13_{,4}$; Danemark 14; Norvège $11_{,6}$; Belgique 7.

	1883	1908
	—	—
	kilom.	kilom.
Paris-Marseille	55,9	69,8
Paris-Vichy	49,4	72,7
Paris-Lille	62,5	87,2
Paris-Nancy	54	82,7
Paris-Bordeaux	60	80,4
Paris-Le Havre	52,8	82,9

Le nombre moyen des trains circulant par jour à la distance entière, qui était de 146,$_{80}$ en 1883, s'est élevé à 163,$_{12}$ en 1906, soit une augmentation de 11,$_{42}$ %; quant au parcours total des trains, il est passé, de 1883 à 1906, pour les trains de voyageurs de 120.452.722 kilomètres à 213.585.264, et pour les trains de marchandises de 82.088.936 à 111.247.742.

Le tableau ci-après montre l'extension du matériel de transport et du matériel de traction :

	1883	1906	AUGMENT. %
	—	—	—
Voitures à voyageurs	16.463	25.771	56,54
Wagons à marchandises	204.182	282.187	38,25
Locomotives (effectif)	7.762	10.353	33,38
Locomotives (puissance en chevaux-vapeur)	3.618.243	6.172.984	70,80

La situation financière de nos six grands réseaux en 1907 est présentée dans le tableau suivant :

Durant les trois années qui ont précédé 1907, les recettes ont augmenté de 170 millions, soit près de 4 % par an, ce qui est un résultat assez appréciable dans un pays comme le nôtre, où la population est stationnaire et où les ressources de notre sous-sol sont très restreintes.

Ce qui montre bien l'influence des richesses minières, c'est l'essor pris par le trafic de la Compagnie de l'Est depuis la mise en valeur des gisements de fer de Meurthe-et-Moselle, et la prospérité continue du réseau du Nord qui dessert la seule partie de notre territoire vraiment riche en mines de houille. La recette kilométrique est d'autant plus forte que la population est plus dense et plus riche, que l'industrie et surtout l'extraction minière sont plus développées et que la région traversée est une zone de transit ou d'exportation.

D'après les diverses catégories de trafic, les recettes totales de 1907 se répartissent de la manière suivante : les voyageurs fournissent 530 millions, la grande vitesse 191 et la petite vitesse 846. Cette dernière catégorie est partout l'élément principal, surtout dans les régions très industrielles; quant au trafic de grande vitesse, de beaucoup le moins important à cause de sa cherté, il est appelé à prendre plus d'extension à cause des procédés perfectionnés de conservation par le froid, qui faciliteront beaucoup l'exportation des produits agricoles.

Les dépenses témoignent, dans les trois dernières années, d'une progression un peu plus forte que celle des recettes, et, en 1907, tandis que les recettes s'élevaient seulement de 48 millions, les dépenses augmentaient de plus de 79 millions. C'est que cette dernière année a marqué le point culminant et le terme d'une période de grande prospérité et qu'elle a été, en conséquence, comme 1900, une époque de cherté générale qui a rejailli sur l'exploitation des réseaux.

Le rapport de la dépense à la recette forme ce que l'on appelle le coefficient d'exploitation. Il dépend de l'abondance du trafic, de sa nature, de sa répartition plus ou moins inégale suivant les lignes et le sens de chaque ligne, et des tarifs. D'après M. Colson, il a été, en moyenne, pour le réseau français d'intérêt général, de 52,$_{10}$ %, en 1906, variant, pour les grandes Compagnies, entre 48,$_{75}$ % (Orléans et Midi) et 57,$_{12}$ % (Ouest) et atteignant 74,$_{52}$ % sur le réseau de l'Etat, composé de lignes moins productives[1].

L'accroissement des dépenses a fait fléchir les recettes nettes sur tous les réseaux, de telle sorte qu'après avoir pu rembourser à l'Etat, en 1905 et 1906, des sommes considérables sur leurs dettes, les Compagnies ont dû, en 1907, les unes emprunter à l'Etat pour la garantie d'intérêt, les autres réduire le paiement de leurs annuités. Il faut s'attendre à ce que l'exercice 1908 soit moins satisfaisant encore par suite de la stagnation du trafic.

Pierre Clerget,

Professeur à l'Ecole supérieure de Commerce de Lyon.

TABLEAU I. — *Situation financière des chemins de fer français en 1907.*

	LONGUEUR en kilomètres	RECETTES TOTALES en millions de francs	RECETTES KILOMÉTR. en francs	DÉPENSES en millions de francs	RECETTES NETTES en millions de francs
Paris-Lyon-Méditerranée	9.516	514,5	54.072	275,3	239,2
Nord	3.765	269,5	71.596	144,8	124,7
Orléans	7.315	266,5	36.433	139,5	127
Est	4.973	228	45.860	129	99
Ouest	5.875	211,1	35.942	131	80,1
Midi	3.830	117,7	30.753	60,1	57,6
Total	35.274	1.607,3	Moy. : 45.500	879,7	727,6

§ 4. — Physique

Les rayonnements métalliques. — On a beaucoup discuté, en ces dernières années, l'action photographique des métaux. Suivant les récentes recherches de M. E. W. Andersen[2], les rayonnements qui donnent naissance à ce phénomène ne partent : dans le cas des métaux électro-positifs, que des surfaces bien polies; et, dans celui des électro-négatifs, que des surfaces mates. Comme, d'autre part, le même auteur vient de constater que le rayonnement des métaux électro-positifs est augmenté par un enduit de suie ou de graphite, il semble que des effets galvaniques y soient en cause.

Ces rayons présentent des propriétés assez singulières et en partie inexpliquées. Lorsqu'on place une pièce de nickel bien polie sur une plaque photographique, on y développe, vingt-quatre heures après, une image assez étrange, où les portions les plus éloignées de la plaque (c'est-à-dire celles du fond de la pièce) ont subi l'influence la plus forte, tandis que les parties en contact immédiat avec la plaque n'ont été guère influencées.

Si des auteurs antérieurs ont ramené ces phénomènes à l'oxydation des métaux, il convient de tenir compte du parallélisme qui existe entre l'oxydation et les

[1] Sur nos chemins de fer d'intérêt local, dont on connaît la mauvaise situation financière, le coefficient d'exploitation est, en moyenne, de 80 %, et couramment on le voit osciller entre 100 et 170 %.

[2] *Phys. Zeitschr.*, n° 2, 1909.

effets galvaniques; comme la vitesse d'oxydation est d'autant plus grande que le métal est plus électro-positif, les métaux les plus électro-positifs doivent émettre les rayonnements les plus intenses. D'autre part, ces rayonnements ne se constatent ni dans une atmosphère d'hydrogène, ni dans un vide parfait, ni enfin dans l'air complètement sec (où il ne saurait y avoir d'oxydation).

L'auteur constate, enfin, que la production de ces rayons, analogue à celle des rayons de Becquerel, s'accompagne d'une conversion d'oxygène en ozone. Aussi incline-t-il à penser que, pendant l'oxydation des métaux, la surface de ces derniers émet une radiation diffuse de faible pénétration et qui se réverbère sur des surfaces réfléchissantes. Ce serait donc l'ozone qu'ils produisent et non pas le rayonnement lui-même qui subirait l'action de la gravité.

Aimants permanents en cuivre sensiblement pur. — Tandis que le fer, le nickel, le cobalt, présentent des propriétés nettement magnétiques, la plupart des autres éléments, tout en étant susceptibles de prendre un magnétisme temporaire sous l'influence d'un champ suffisamment intense, ne gardent que très peu ou point de magnétisme permanent.

D'autre part, on sait que les récentes recherches de M. Heusler ont fait voir que les alliages de certains métaux appartenant à la classe des éléments non magnétiques présentent des propriétés magnétiques bien plus prononcées que leurs composants.

Dans un récent travail[1], MM. J.-G. Gray et A.-D. Ross examinent la question de savoir si les propriétés magnétiques des substances pures peuvent être exaltées considérablement, grâce à un traitement spécial. Leurs expériences se rapportent au cuivre, intéressant en raison de son importance universelle aussi bien que comme composant de l'alliage de Heusler.

Les auteurs se servent, pour aimanter leurs échantillons, du grand électro-aimant du laboratoire de Physique de l'Université de Glasgow, électro-aimant fait en acier fondu, d'une perméabilité presque identique à celle du fer forgé. Cet aimant, de forme rectangulaire, est d'environ 100 centimètres de longueur sur 40 centimètres de hauteur; sa traverse est recouverte sur toute sa longueur, à part les petites bobines polaires. Malgré la distance relativement considérable qui sépare les pièces polaires coniques, les auteurs réalisent, avec un courant d'environ 15 ampères, un champ magnétique considérablement supérieur à 3.000 unités C. G. S.

Une ampoule de Dewar renfermant de l'air liquide était disposée entre les pôles de l'aimant. L'échantillon de cuivre y plongé, refroidi au-dessous de — 190°, a présenté des traces, très faibles à la vérité, de magnétisme rémanent. Un échantillon de cuivre préalablement chauffé au rouge-cerise n'a manifesté, par contre, aucune trace de magnétisme permanent.

Une déviation considérable du magnétomètre a été observée en trempant, à l'eau froide, les échantillons préalablement portés au rouge-cerise; les feuilles de cuivre électrolytique de moins de $0^{mm},3$ d'épaisseur ont donné des résultats bien plus satisfaisants que les morceaux de cuivre massif. L'intensité du magnétisme rémanent d'une feuille de cuivre pareille, renfermant moins de 0,0004 de fer, était d'environ 14 unités C. G. S.; or, un minimum de 0,0020 de fer fortement magnétique aurait été nécessaire pour expliquer les faits constatés.

Le magnétisme rémanent du cuivre trempé n'est influencé qu'à un degré très faible par les vibrations modérées. En martelant un échantillon pareil, on réussit cependant à réduire fortement le magnétisme rémanent, qui se rétablit presque sans variation après une aimantation nouvelle. En chauffant le cuivre trempé, on réduit plus ou moins son magnétisme rémanent.

[1] *Phys. Zeitschr.*, n° 2, 1909.

Pour obtenir un échantilllon de cuivre très pur, les auteurs ont ensuite entrepris de former par voie électrolytique une barre de 30 grammes de ce métal, qui cependant n'a pas présenté la moindre trace de magnétisme rémanent.

Bien qu'étant apparemment due à la présence d'impuretés, la rémanence de la feuille de cuivre électrolytique ne saurait être attribuée à ce que le fer qu'il renferme agit comme fer libre. Il paraît possible que le fer, présent en quantité extrêmement faible, forme avec le cuivre un composé magnétique, d'autant plus que ses propriétés électriques subissent, également à un degré très élevé, l'influence de traces d'impuretés.

§ 5. — Electricité industrielle

La distribution de l'énergie électrique à bord des navires. — Les systèmes employés pour la distribution de l'énergie électrique à bord des navires se sont considérablement modifiés depuis quelques années, à mesure que s'étendait le champ d'utilisation de cette énergie et que se perfectionnaient les appareils.

En dehors des mises de feu électriques de canons et de torpilles, introduites dans la marine depuis plus de trente ans, la première application de l'électricité à bord s'est faite dans les lampes à arc destinées aux projecteurs. L'installation électrique d'un navire comportait alors simplement une dynamo excitée en série, d'un voltage de 55 à 60 volts, alimentant un projecteur avec une résistance intercalaire variable.

On ne tarda pas, d'une part, à multiplier le nombre des projecteurs, d'autre part, à munir les bâtiments de l'éclairage à incandescence, d'abord uniquement dans les fonds, puis aussi dans les logements et les batteries. On installa alors des dynamos en dérivation, au nombre de deux ou trois, que l'on spécialisait : l'une au service des projecteurs, les autres à celui de l'éclairage. Les câbles principaux arrivaient jusqu'à un tableau de distribution aménagé de telle sorte que le couplage des génératrices fût impossible; car ce couplage aurait risqué de produire des variations de voltage préjudiciables au bon fonctionnement des appareils.

Le souci de permettre l'alimentation de l'un quelconque des deux circuits par une même dynamo, et aussi celui de répartir les dynamos entre deux postes afin de ne pas plonger le bâtiment dans l'obscurité si un projectile venait à mettre l'un de ces postes hors de service, conduisirent à employer des dynamos compoundées, auto-régulatrices de la différence de potentiel. Le voltage fut porté à 70, puis à 80 volts. En même temps, les tableaux de distribution se compliquaient, chaque tableau devant permettre l'alimentation de chaque circuit par une dynamo quelconque, sans que le couplage de deux génératrices fût possible. Vers la même époque, les moteurs électriques firent leur apparition pour les ventilateurs et le hissage des munitions.

L'installation-type d'un bâtiment comporta alors quatre dynamos réparties en deux groupes, avec deux tableaux de distribution auxquels arrivaient les conducteurs des circuits principaux : projecteurs, éclairage des fonds, éclairage des hauts, moteurs.

Mais les moteurs se multiplièrent rapidement. On en installa pour le pointage des canons, pour la commande de la barre, pour le hissage des embarcations, pour la manœuvre des cabestans, pour les pompes d'épuisement. Il devenait indispensable de pouvoir mettre à la fois deux dynamos en fonction pour alimenter un circuit, comme de pouvoir alimenter plusieurs circuits avec une seule dynamo. Les recherches s'orientèrent alors du côté du couplage des dynamos, et, après quelques essais peu réussis, on arriva à l'installation que possèdent tous les bâtiments neufs, et qui est en principe la suivante :

Quatre ou six dynamos sont ou peuvent être mises en communication avec les bandes de deux tableaux de distribution, qui communiquent entre elles par des

gros conducteurs disposés à tribord et à bâbord, dans toute la longueur du bâtiment, à l'abri du pont cuirassé. De ces conducteurs partent, à intervalles égaux, des colonnes montantes sur lesquelles se ramifient, à chaque étage, des circuits secondaires; enfin, sur ces derniers sont greffés directement les conducteurs qui vont aux appareils. Suivant l'intensité prise par les différents services, intensité qui varie suivant l'heure et suivant les circonstances, on met en activité une, deux, trois dynamos, ou davantage. Pour le branle-bas de combat, toutes les dynamos fonctionnent. Chacune de ces machines est à peu près de 500 ampères sous 120 volts, ce qui donne, pour l'usine électrique d'un cuirassé moderne, une puissance totale de 500 chevaux environ.

Il faut y ajouter, pour les plus grands bâtiments, une usine auxiliaire de 200 chevaux de force environ, destinée spécialement à alimenter les moteurs des tourelles de la grosse artillerie, et pouvant être raccordée à l'ensemble des autres dynamos si les circonstances y obligent.

Les dynamos employées ont été jusqu'ici mues par des machines à vapeur, Mais l'inconvénient évident de ce système est d'exiger qu'une chaudière soit constamment en activité, au mouillage comme à la mer, et il en résulte à la fois une élévation de la température intérieure du bâtiment et une fatigue du personnel. Les progrès récents des moteurs à combustion interne permettent de les employer à cet usage d'une manière très avantageuse. Les marines anglaise, allemande et italienne ne mettent plus sur les nouveaux navires que des dynamos à moteurs à pétrole genre Diesel (pétrole lampant), et pareille mesure sera sans doute bientôt adoptée par la marine française.

§ 6. — Botanique

Les grains d'aleurone. — On sait quel rôle important jouent dans les graines, en tant que substance de réserve, les grains d'aleurone. MM. Beauverie et Guilliermond en ont repris l'étude et les résultats qu'ils ont obtenus méritent d'être signalés. Ces deux auteurs ont entrepris, d'abord en collaboration, puis séparément, l'étude cytologique de ces grains : M. Beauverie a observé l'aleurone du Ricin, de la Courge, du Lupin blanc et de quelques autres graines; M. Guilliermond a poursuivi l'étude des Graminées, où la question de l'aleurone restait des plus obscures.

Dans le Ricin et la Courge, les graines sont, comme on le sait, constitués d'une masse protéique dans laquelle on observe un gros cristalloïde de protéine avec un seul ou un petit nombre de globoïdes. Jusqu'ici on connaissait bien le moyen de colorer la protéine du grain d'aleurone, mais il n'avait pas été possible de trouver un colorant qui permit de différencier le globoïde, d'où une grande difficulté à suivre l'évolution de ces corps pendant la formation des grains d'aleurone ou pendant leur digestion. Or, MM. Beauverie et Guilliermond ont trouvé un procédé qui permet de colorer très facilement et très nettement les globoïdes et, partant, de suivre leur évolution. Pour cela, il suffit de colorer des coupes, fixées au formol, par une matière colorante basique d'aniline (de préférence le bleu de Unna ou le bleu crésyl). La masse fondamentale et le cristalloïde se colorent en bleu pâle verdâtre, tandis que les globoïdes prennent une teinte métachromatique d'un beau rouge violacé intense. Colorés de cette manière, les globoïdes montrent une structure particulière; ils apparaissent constitués d'un noyau central, ou excentrique, fortement coloré, et d'une série de zones concentriques très chromophiles, alternant avec des zones peu ou pas colorées. Cette méthode a permis à M. Beauverie de différencier dans les grains d'aleurone du Lupin blanc une quantité de petits globoïdes agglomérés vers le milieu de la cellule; elle a permis à M. Guilliermond de préciser la structure et la constitution chimique des grains d'aleurone des Graminées, questions qui étaient restées très controversées. D'après cet auteur, les grains d'aleurone des Graminées (Orge, Blé, Maïs) sont formés d'une masse fondamentale de protéine dans laquelle sont inclus un nombre variable de globoïdes; leur structure ne diffère pas, en somme, de l'aleurone de la plupart des Dicotylédones.

Les observations de MM. Beauverie et Guilliermond sont absolument concordantes en ce qui concerne la formation des grains d'aleurone pendant la maturation de la graine et leur disparition lors de la germination : dans les vacuoles albuminigènes apparaissent d'abord les globoïdes, puis la protéine; à la germination, ce sont les globoïdes qui disparaissent en dernier lieu.

Mais le résultat le plus original, et sans doute le plus important de ces recherches, est la démonstration de l'existence, dans les globoïdes, d'une substance azotée. Pfeffer, Tschirch et Kritzler et, plus récemment, A. Meyer avaient cru reconnaître la présence, dans les globoïdes, en dehors des sels organo-minéraux décelés par l'analyse, d'un produit azoté. Les recherches de Beauverie et Guilliermond démontrent d'une manière définitive l'existence de ce produit, auquel il faut attribuer la coloration du globoïde. En effet, elles montrent qu'en présence des acides très dilués la partie organo-minérale du globoïde se dissout immédiatement et le globoïde se transforme en une vacuole dans laquelle apparaît un petit granule azoté facilement colorable. En outre, ce produit azoté se rapproche beaucoup, par ses propriétés microchimiques, de certains produits de réserve que Guilliermond a signalés en grande abondance dans la cellule de la plupart des Protistes (Champignons, Algues, Bactéries), et qui sont connus sous le nom de corpuscules métachromatiques. La substance de ces corpuscules, extrêmement importante si l'on en juge par sa diffusion très étendue, ne serait donc pas particulière aux organismes inférieurs, mais bien représentée chez les êtres vivants les plus divers.

§ 7. — Géographie et Colonisation

L'Expédition antarctique du lieutenant Shackleton. — Un progrès considérable vient d'être réalisé dans nos connaissances sur les régions antarctiques; dépassant tous ceux qui l'avaient devancé sur les routes australes, le lieutenant anglais Shackleton s'est avancé jusqu'à 88° 23′ de latitude sud, c'est-à-dire à 180 kilomètres du pôle Sud; l'explorateur a pu déterminer avec une certitude presque absolue la nature physique de cette partie du globe. De plus, l'Expédition a pu fixer la position exacte du pôle magnétique Sud. Les premiers détails sur le voyage et sur ses importants résultats ont été connus par une longue dépêche envoyée de Half-Moon-Bay, dans l'île Stewart (Nouvelle-Zélande), au *Daily Mail* par le lieutenant Shackleton. L'officier anglais détient le record de la pénétration polaire, par rapport même au pôle Nord; Peary, qui s'en est le plus approché, en 1906, n'a, en effet, atteint dans les régions arctiques que 87° 6′.

Le lieutenant Shackleton avait fait partie de l'Expédition de la *Discovery*, commandée par le capitaine Scott, qui, de 1902 à 1904, reconnut et leva les côtes de la terre Victoria et des îles voisines, s'avançant jusqu'à 82° 17′ (exactement 82° 16′ 33″), bien au delà, par conséquent, du point où était arrivé Borchgrevink en 1900 (78° 50′). Au cours de cette expédition, il avait pu être constaté que la fameuse barrière signalée par Ross en 1842, et qui s'étend de la terre Victoria à la terre Edouard VII, dominant la mer de 5 à 70 mètres, forme le rebord septentrional d'un énorme appareil glaciaire qui s'avance très loin vers le sud, au moins sur une étendue supérieure à 700 kilomètres. Dans son raid jusqu'à 82° 17′ de latitude sud, le capitaine Scott avait parcouru cette nappe de glace sur une distance de 475 kilomètres, et il l'avait trouvée remarquablement plate et unie, sans accidents de terrain, séracs ni crevasses. C'est cette voie de pénétration que le lieute-

nant Shackleton se proposa de suivre plus loin que ne l'avait fait l'Expédition Scott, en se munissant de moyens de transport mieux appropriés.

Shackleton avait laissé Londres le 30 juillet 1907 sur le *Nimrod*, voilier dont une longue navigation avait mis les qualités à l'épreuve et qui avait été pourvu de machines neuves en 1889; il pouvait réaliser à la vapeur une vitesse de 7 nœuds à l'heure. L'Expédition emportait des traîneaux automobiles et, pour les traîneaux ordinaires, des chiens et des poneys de Mandchourie.

Le navire se dirigea vers la Nouvelle-Zélande et, en 1908, le lieutenant Shackleton alla installer sa base d'opérations à la baie de Mac Murdo, où l'Expédition de la *Discovery* avait établi ses quartiers d'hiver en 1902-1903. Le lieutenant et ses compagnons firent l'ascension du mont Erebus. Partis du cap Royd le 5 mars, ils parvinrent, le 7 mars, en traîneau, à l'altitude de 1.650 mètres. A ce moment, ils durent transporter leur équipement sur leur dos, et, le 7 au soir, ils atteignirent 2.850 mètres. L'ascension ayant été interrompue par une violente tourmente de neige, les voyageurs arrivèrent le 9 seulement au vieux cratère, à l'altitude de plus de 3.300 mètres, et ils l'explorèrent. Le sommet, haut de près de 4.000 mètres (13.120 pieds), fut atteint le 10 mars. Le cratère actif, ainsi que l'a annoncé Shackleton, mesure 800 mètres de diamètre et 240 de profondeur; il émettait de fortes quantités de vapeur et de gaz sulfureux jusqu'à une hauteur de 600 mètres.

Une partie de l'année fut occupée par des observations scientifiques et employée à établir des dépôts en vue du voyage vers le sud.

Le lieutenant Shackleton laissa, le 29 octobre 1908, le cap Royd, avec trois de ses compagnons et quatre poneys; il était suivi d'une expédition d'appui. Le 13 novembre, on arriva au dépôt de provisions qui avait été fait à 79°36'. La direction suivie était le méridien 168, à l'est de la route de l'Expédition Scott, et, le 26 novembre, on atteignit la latitude la plus méridionale où celle-ci était parvenue. Bientôt après, on approcha d'une chaîne de montagnes dirigée vers le sud-est. En route, on avait tué des poneys et établi des dépôts de viande et d'autres provisions.

Plus loin, par 83°33' S. et 172° E., le lieutenant Shackleton commença l'ascension d'un grand glacier, qui était tout sillonné de profondes crevasses. On découvrit une nouvelle chaîne de montagnes courant vers le sud-sud-ouest. L'Expédition, ayant formé, à 85°10'3", un dépôt de tout ce qui pouvait être abandonné, continua l'ascension des glaces, et arriva à un plateau haut de 2.700 mètres. Très affaiblie par la fatigue, le froid et la raréfaction de l'air, elle laissa un dépôt sur le plateau. Après une bourrasque qui dura plusieurs jours et abaissa la température jusqu'à 72° de froid, l'expédition atteignit, le 9 janvier 1909, la latitude 88°23' par 162° de longitude Est. De ce point, aucune montagne n'était visible et, aussi loin que la vue pouvait s'étendre vers le sud, on n'apercevait qu'une plaine de neige.

Le retour se fit par la même route, de dépôt en dépôt, mais il fut extrêmement pénible. A plusieurs reprises, on manqua de nourriture; il faisait des tempêtes effroyables, et le froid était d'une extrême rigueur; toute l'expédition était épuisée par la dysenterie. Enfin tous les voyageurs purent atteindre le bateau à Hut-Point, le 4 mars.

Pendant ce temps, un autre groupe, sous la direction du Professeur Edgeworth David, de l'Université de Sydney, partant des quartiers d'hiver dans la direction du nord, le long de la côte de la terre Victoria du Sud, gravit les hauts plateaux qui s'étendent à l'intérieur et, s'élevant jusqu'à une altitude de plus de 2.100 mètres, découvrit le pôle magnétique, dont il détermina la position exacte au voisinage de 72°25' latitude S. et 154° longitude E. Ce voyage eut aussi pour résultat de montrer la continuité du plateau de glace de la terre Victoria du Sud à la terre Wilkes. Un autre groupe de l'Expédition s'était livré à des études scientifiques dans le voisinage du glacier Ferrar.

Les résultats de cette exploration, dont on ne peut encore indiquer, d'après le *Daily Mail*, que les traits généraux, sont de la plus haute importance. On s'est maintenant approché suffisamment du pôle Sud pour savoir exactement quelle est sa structure. « Le pôle Sud géographique, dit Shackleton, est, sans aucun doute, situé sur un plateau de 3.000 à 3.500 mètres au-dessus du niveau de la mer. » L'explorateur a découvert huit chaînes de montagnes et plus de cent sommets. Ainsi se trouve vérifiée l'opinion émise depuis longtemps, et qui semblait confirmée par les précédentes explorations, qu'il existe un continent au pôle Sud, et l'on sait maintenant que cette terre est d'un puissant relief. Les nouveaux détails que l'Expédition pourra donner sur les montagnes découvertes entre 86° et 87° de latitude jetteront peut-être quelque lumière sur la question de la connexion pouvant exister entre la terre Victoria du Sud et la terre de Graham, vers laquelle se dirige l'Expédition Charcot.

Des observations météorologiques systématiques furent faites par plusieurs des membres de l'Expédition. Le lieutenant Adams étudia, avec le Professeur David, les mouvements des courants de l'atmosphère supérieure, d'après les indications dues aux déplacements de nuages de vapeurs au sommet de l'Erebus. Les violentes bourrasques qu'ont eu à subir les explorateurs fourniront d'utiles éléments pour l'étude du régime des vents dans la zone antarctique.

Les résultats zoologiques semblent déjà devoir être importants, ainsi qu'on peut en juger par l'annonce de collections de Rotifères et d'autres organismes provenant des lacs glacés. Des expériences ont été faites sur la vitalité des Rotifères, qui peuvent vivre plusieurs années dans la glace des lacs et supportent non seulement des températures très basses et très hautes, mais peuvent aussi être immergés dans des solutions très salines. Des pingouins furent signalés au cap Royd. Les lacs glacés, d'eau douce, des environs du cap Royd contiennent surtout, comme végétation, des plantes constituées par de larges feuilles ressemblant à des champignons, des mousses, des lichens, et d'abondantes diatomées.

Les observations géologiques feront la lumière sur d'importants problèmes. Le lieutenant Shackleton annonce qu'il a trouvé des couches de charbon dans le calcaire; on peut supposer que c'est dans les montagnes du Sud. Il est probable que les dépôts charbonneux trouvés par M. Ferrar, de l'Expédition de la *Discovery*, auprès des quartiers d'hiver, à la base du basalte, se continuent jusque dans les montagnes du Sud, où ils se trouveraient associés au calcaire. Les seuls fossiles rapportés sont quelques Radiolaires, découverts par le Professeur David dans des galets. Il ne serait pas surprenant, en raison de la ressemblance entre les ardoises du cap Adare et celles des terrains paléozoïques inférieurs du sud de l'Australie, que ces Radiolaires apportent la preuve qu'elles appartiennent à la même série [1]. Comme on n'a pas trouvé d'autre fossile, leur absence, ou tout au moins leur rareté, suggère l'idée que la région fut soumise à des conditions climatériques rigoureuses pendant que se sont déposées les roches sédimentaires.

Quant à la détermination de la position du pôle magnétique Sud, c'est l'un des plus importants résultats rapportés par l'Expédition. On sait que les pôles magnétiques ne sont pas fixes. D'après les observations de Ross, le pôle magnétique devait être placé par 73°40' S. et 147°7' E. Les travaux de l'Expédition antarctique de la *Discovery* avaient abouti à le placer en dernier lieu par 72°51' S. et 156°25' E. Ce sont de nouveaux chiffres que donne Shackleton : 72°25' latitude S. et 154° longitude E. Il sera intéressant de connaître les méthodes d'observation qui ont été employées afin d'apprécier les résultats obtenus.

Gustave Regelsperger.

[1] *Nature*, 1er avril 1909, p. 132.

LES IDÉES NOUVELLES SUR LES VITESSES RELATIVES DES DIVERSES VIBRATIONS LUMINEUSES DANS L'ÉTHER INTERSIDÉRAL

On sait que la dispersion lumineuse dans les milieux transparents, manifestée par le spectre newtonien, est due à l'inégalité de vitesse, dans ces milieux, des divers rayons composant la lumière blanche. La question qui fait l'objet de cet article est donc, en somme, celle du pouvoir dispersif de l'espace céleste.

Comme l'a écrit Arago, on citerait difficilement une question dont la solution puisse conduire à des conséquences plus importantes, tant pour l'Astronomie que pour la Physique générale. Cependant, voilà plus de deux siècles que ce problème est posé, attendant toujours une solution définitive. Cela tient, sans doute, à ce que, depuis Arago, on ne s'en est guère préoccupé sérieusement. Les meilleurs Traités de Physique renferment, à ce sujet, des affirmations qui reposent uniquement sur de prétendues observations astronomiques, elles-mêmes, comme nous le verrons, inexactes ou mal interprétées. De leur côté, les astronomes ne se sont guère souciés, jusqu'à ces derniers temps, de l'étude précise de ce problème : ne lisaient-ils pas, en effet, dans tous les Traités d'Optique, que l'on était nettement fixé là-dessus? Astronomes et physiciens faisaient montre ainsi d'une déférence réciproque, assurément fort honorable pour les uns et les autres, mais qui manifeste une fois de plus ce que peut avoir de dangereux le principe d'autorité.

Des travaux tout récents viennent d'attirer l'attention sur ce point et de montrer (peut-être est-ce là leur seul mérite) que presque tout est encore à faire là où l'on croyait couramment que tout était déjà fait.

I. — Emploi des occultations lunaires et des éclipses des satellites de Jupiter.

C'est Newton qui, le premier, a posé la question de savoir si les rayons de différentes couleurs se propagent avec la même vitesse dans le vide. En 1691, seize ans après la découverte par Rœmer de la vitesse de la lumière, il propose, dans ce but, au cours d'une lettre à Flamsteed, l'observation des éclipses des satellites de Jupiter.

Il est clair, en effet, théoriquement, que, si la lumière rouge est, par exemple, moins rapide que la bleue, le dernier rayon que nous envoie le satellite au moment de son immersion derrière Jupiter devrait paraître rougeâtre.

Cette méthode n'a, du reste, donné et ne pouvait donner aucun résultat :

D'une part, en effet, pour qu'une coloration due à la dispersion dans le vide fût observable dans ces conditions, il faudrait évidemment que le retard ou l'avance des rayons rouges sur les rayons bleus fût supérieur à 1/10 de seconde, durée de la persistance des impressions rétiniennes. Or, le calcul montre qu'il faudrait, pour avoir un retard de cet ordre dans le cas des satellites de Jupiter, que le vide interplanétaire fût doué d'une dispersion plus de cinquante fois supérieure à celle de l'air à la pression atmosphérique.

D'autre part, d'ailleurs, la présence de l'atmosphère jovienne empêche l'éclipse d'être brusque et modifie elle-même la coloration du satellite, ce qui rend la méthode inapplicable.

Certains auteurs, et encore tout récemment[1], ont prétendu que, s'il y avait une dispersion de la lumière dans le vide, les images des étoiles, lorsqu'elles sont occultées par la Lune, devraient offrir une variation de couleur, ce qui n'a pas été observé. Il suffira d'un mot pour écarter cette argumentation : la distance de la Terre à la Lune (qui seule entre ici en jeu), 360.000 kilomètres, est parcourue par la lumière en un peu plus d'une seconde; il faudrait donc, pour qu'il y eût une variation de teinte appréciable des étoiles occultées, étant donnée d'autre part la durée des impressions rétiniennes, déjà invoquée dans le cas de Jupiter, que, dans le vide planétaire, la différence des vitesses relatives aux deux extrémités du spectre fût de l'ordre de 30.000 kilomètres par seconde, c'est-à-dire plus de 35.000 fois ce qu'elle est dans l'air à la pression atmosphérique. C'est dire que les occultations par la Lune sont encore beaucoup moins capables que les éclipses des satellites de Jupiter de permettre la moindre déduction sur ce sujet.

II. — Conclusions déduites de l'aberration.

Un siècle et demi après Newton, et sans que la question ait fait un pas en avant dans l'intervalle, Cauchy et Arago remarquent que l'étude de l'aberration fournit un nouveau moyen de rechercher une dispersion dans le vide.

On sait que l'aberration est un déplacement apparent des étoiles sur la sphère céleste, dû à la

[1] *The Observatory*, September 1908, p. 359.

combinaison du mouvement de la Terre avec celui de la lumière émise par les étoiles, et qui nous les fait situer dans la direction de la résultante de ces deux mouvements, d'ailleurs fort peu différente elle-même de leur direction vraie (l'écart angulaire dû à l'aberration est au maximum de 20″ environ). Or, l'aberration dépendant de la vitesse de la lumière, il est clair que, si les rayons de différentes couleurs dont la lumière blanche se compose se propageaient avec des vitesses dissemblables, chacun de ces rayons éprouverait une aberration particulière qui le séparerait des autres; l'étoile, semblable à un petit spectre prismatique, paraîtrait toujours un peu allongée dans un sens parallèle au déplacement de la Terre.

Quelle devrait être la grandeur de la dispersion dans le vide pour que ce petit spectre fût décelable à l'œil et ne se confondît pas avec un point? Il faudrait évidemment, pour cela, que sa longueur fût supérieure au pouvoir séparateur de la lunette employée. Or, avec un objectif de 1 mètre d'ouverture (et les plus puissants instruments actuellement existants n'en ont pas qui dépassent cette dimension), le diamètre du disque lumineux central d'une image stellaire, qui définit, comme on sait, le pouvoir séparateur, est supérieur à 0″1. Il faudrait donc, pour que la longueur du petit spectre dû à la dispersion cosmique fût supérieure au diamètre de ce disque central, c'est-à-dire appréciable, que cette dispersion fût supérieure à $\frac{0''1}{20''} = 1/200$; autrement dit, il faudrait que la différence des vitesses dans le vide des rayons extrêmes du spectre visible dépassât 1.500 kilomètres, alors que, dans l'air à la pression atmosphérique, elle est inférieure à 1 kilomètre.

L'utilisation de l'aberration ne se prête donc pas plus que les méthodes précédentes à la recherche de la dispersion dans le vide, et elle ne permet absolument pas d'en conclure, comme l'a fait Cauchy[1], à la non-existence d'une telle dispersion.

III. — Méthode d'Arago.

Nous arrivons maintenant à la méthode d'Arago. L'examen quelque peu détaillé que j'en vais faire ne paraîtra sans doute pas inutile, puisque c'est sur les remarques d'Arago que sont basées toutes les conclusions auxquelles je faisais allusion au début de cet article et que renferment sur ce sujet les meilleurs Traités de Physique modernes[2].

« Les observations des étoiles périodiques, écrivait Arago[1], permettent de résoudre complètement la question. En effet, sans nous occuper pour le moment de la cause physique qui détermine les changements d'intensité, par exemple de l'étoile o de la Baleine (Mira Ceti), nous pouvons affirmer avec certitude qu'à certaines époques cette étoile nous envoie beaucoup de lumière; qu'à d'autres époques, elle ne nous envoie rien ou presque rien; qu'enfin le passage de ce dernier état au premier se fait graduellement et avec assez de rapidité.

« L'étoile, qui, aujourd'hui je suppose, n'envoie aucun rayon à la Terre, deviendra quelque temps après brillante. Alors elle nous lancera des rayons blancs, puisque sa teinte naturelle est blanche : autrement dit, si l'on peut faire cette assimilation, elle nous dépêchera simultanément et à chaque instant *sept courriers* de diverses couleurs. Si le courrier rouge est le plus rapide, ce sera lui qui arrivera le premier pour témoigner de la réapparition de l'étoile; la réapparition se fera donc avec une teinte rouge. Cette teinte se modifiera à mesure que les autres couleurs prismatiques : orangé, jaune, vert, bleu, indigo, violet, arriveront à leur tour et iront se mêler au rouge qui les avait précédées. Le mélange du rouge et de l'orangé, celui de ces deux premières couleurs et du jaune, le résultat de la combinaison des quatre couleurs les moins réfrangibles, d'abord avec le bleu seul, ensuite avec le bleu et l'indigo, enfin avec le bleu, l'indigo et le violet, ce qui constitue le blanc, voilà quelles seront les teintes successives d'une étoile naissante. Les choses se reproduiront dans l'ordre inverse pendant l'affaiblissement. »

Arago ajoute que, « si tels doivent être, en général, les phénomènes de l'apparition et de la disparition d'une étoile périodique blanche, dans le cas où les rayons de diverses couleurs se meuvent avec des vitesses différentes, il n'est pas moins évident que, si le rouge, le vert, le violet, etc., traversent l'espace avec une égale rapidité, l'étoile variable restera constamment blanche, depuis sa première apparition jusqu'au maximum d'intensité, et, pendant la période décroissante, depuis le maximum d'intensité jusqu'à la disparition ».

Entre des phénomènes si dissemblables, qu'a statué l'observation?

« Depuis qu'il me vint à la pensée, poursuit Arago, que les étoiles variables seraient un moyen de trancher la question, si controversée, de l'égalité ou de l'inégalité de vitesse des rayons lumineux de diverses couleurs, j'ai souvent examiné des étoiles périodiques blanches dans tous leurs degrés d'in-

[1] Cauchy : *Sur la dispersion de la lumière* (Prague, 1836).
[2] Wullner : *Lehrbuch der Experimentalphysik*, t. II, p. 113. — Verdet : t. II, p. 10 (Braunschweig, 1887). — Mascart : *Traité d'Optique*, t. III, p. 85. — Chwolson : *Traité de Physique*, t. II, p. 197.

[1] *Astronomie populaire*, liv. IX, chap. XXV, t. L, p. 407, et liv. XXVIII, chap. X, t. IV, p. 415.

tensité, sans y remarquer de coloration appréciable. Je me suis assuré, en outre, qu'aucun des astronomes modernes voués à ce genre de recherches n'a mentionné de décolorations réelles dans les phases d'une étoile périodique quelconque ».

Et Arago conclut[1] *...que l'on peut regarder comme certain que les rayons de différentes couleurs se meuvent dans les espaces célestes avec la même vitesse.*

Tel est exactement le texte sur l'autorité duquel on admet couramment, parmi les physiciens, l'inexistence d'une dispersion dans le vide.

Or, nous allons établir maintenant :

1° *Que de nombreuses étoiles variables sont soumises à des variations certaines de leur coloration, contrairement à ce qu'avait cru constater Arago*;

2° *Que, ces variations de couleurs eussent-elles été connues de lui, il n'aurait eu le droit d'en rien conclure relativement à la dispersion cosmique, pour ce motif que : à côté de celle-ci, il existe diverses autres causes très générales qui sont de nature à modifier et qui, effectivement, modifient périodiquement, ainsi qu'il ressort des observations, la coloration des étoiles variables.*

IV. — Variations de couleur de certaines étoiles.

Du temps d'Arago, il n'existait aucune méthode colorimétrique précise s'appliquant aux étoiles, et Arago a fait ses observations par la simple inspection visuelle. Or, on sait à quel point les impressions colorées de la rétine sont peu précises pour l'appréciation de faibles variations de teinte ; d'une part, la mémoire des impressions colorées passées est très vague, alors qu'elle serait indispensable pour permettre un jugement certain relatif au même objet, à des moments différents ; ensuite nos impressions sur ce sujet sont soumises à toutes sortes de causes d'erreur subjectives et à d'autres bien connues, telles que les effets de contraste. Pour en prendre un exemple précisément astronomique, tandis que la Lune au zénith nous apparaît la nuit beaucoup plus blanche que le Soleil, dont la teinte à midi semble nettement jaune, la spectrophotométrie de ces astres a montré, au contraire, que la Lune contient une beaucoup plus grande proportion que le Soleil des rayons les moins réfrangibles. Enfin, je me suis convaincu, par diverses expériences de laboratoire, que l'on peut faire varier dans de très notables proportions la répartition de l'intensité dans le spectre d'une source lumineuse sans qu'un observateur non prévenu soupçonne une variation de couleur de cette source. Il ne faut donc pas s'étonner qu'Arago n'ait pas cru constater de variations dans la teinte de ce qu'il appelle les « étoiles périodiques blanches ».

La colorimétrie des étoiles n'a réellement fait quelques progrès qu'à partir des travaux de Schmidt (1855), qui a créé la première échelle de coloration stellaire et introduit quelque précision dans cette étude. Or, précisément Schmidt[1] et ses successeurs : Sestini[2], Zöllner[3], Klein[4], Osthoff[5], ont annoncé qu'un grand nombre d'étoiles variables ou considérées comme fixes présentent des colorations changeantes. Il est, en outre, à peine besoin de rappeler que l'on a constaté de très notables changements de teinte dans plusieurs étoiles nouvelles (η du Navire et la *secunda nova* de 1885 notamment[6]) et dans les composantes d'un certain nombre d'étoiles doubles (Smyth)[7].

Chose curieuse, aucun des observateurs que nous venons de citer n'a remarqué que ces faits sont contraires à l'affirmation d'Arago et tendent à infirmer ses conclusions. Ces observateurs ont, d'ailleurs, tous employé la simple inspection visuelle des colorations, qui, même avec les perfectionnements introduits par Schmidt, n'élimine pas les causes physiologiques d'incertitude dont il a été question ci-dessus.

Mais des observations toutes récentes, obtenues par des méthodes qui excluent toute erreur physiologique, ont, d'autre part, établi, d'une manière indirecte, mais incontestable, que la couleur de diverses étoiles périodiques est bien certainement variable :

D'une part, certains astronomes (Schwarzschild, Wirtz, Wilkens) ont constaté que l'amplitude de la variation de certaines étoiles, déterminée photographiquement, paraît différente de celle qu'on mesure visuellement.

D'autre part, j'ai moi-même, me confinant uniquement au spectre visible, étudié, à l'aide de mon photomètre stellaire hétérochrome (qui sera décrit plus loin), les étoiles β Lyre et δ Céphée, qui représentent les deux types principaux entre lesquels s'étagent toutes les étoiles à variation continue, et j'ai constaté ce qui suit : 1° pour ces deux étoiles, l'amplitude de la variation lumineuse est très dissemblable suivant qu'on considère telle ou telle portion de leur spectre visible ; avec β Lyre, égale (si on l'exprime en grandeur stellaire) à

[1] *Loc. cit.*

[1] *Astronomische Nachrichten*, nos 999 et 2334.
[2] *Memoria d. Collegio Romano*, 1851, p. 38.
[3] *Astronomische Nachrichten*, no 1701.
[4] *Ibid.*, nos 1663, 1733, 2111, 2127.
[5] *Ibid.*, no 3657.
[6] André : *Astronomie stellaire*, t. I, p. 307 et 313.
[7] *Ibid.*, t. II, p. 407.

0 gr. 66 pour le rouge et à 0 gr. 94 pour le vert, elle devient égale à 1 gr. 34 pour le bleu, c'est-à-dire deux fois plus grande que pour le rouge; avec δ Céphée, elle est de 0 gr. 67 pour le rouge, de 0 gr. 79 dans le vert, de 1 gr. 16 dans le bleu; 2° la forme même de la courbe de lumière se modifie d'un bout à l'autre du spectre, pour ces étoiles. Les figures 1 et 2 représentent, d'ailleurs, ces courbes de lumière.

En outre, M. Tikhoff[1] a montré que, pour certaines étoiles du type Algol, la durée de la variation lumineuse n'est pas la même suivant qu'on considère telle ou telle région spectrale.

Or, il est clair que ces différences selon la longueur d'onde, soit des amplitudes, soit de la durée de la variation, ont comme conséquence nécessaire des changements périodiques de la répartition de l'énergie dans le spectre de ces étoiles, c'est-à-dire des changements de couleur.

V. — Sur diverses causes générales de changement dans la coloration des étoiles variables.

Quand nous nous reportons au texte d'Arago cité plus haut, tout nous porte à croire que, si ce grand astronome avait su que la coloration des étoiles périodiques est, contrairement à ce qu'il pensait, fréquemment variable, il en eût conclu à l'existence d'une dispersion dans le vide. Et cependant une telle conclusion eût été inacceptable: Nous venons de voir, en effet, que, d'après l'observation, une telle variation de couleur est produite généralement parce que l'amplitude de la variation lumineuse est inégale dans les diverses régions du spectre. Or, une pareille inégalité d'amplitude ne peut évidemment en aucune manière être attribuée à la dispersion cosmique. Elle manifeste uniquement l'existence probable, dans les étoiles considérées, de certains phénomènes très simples dont je vais donner une idée.

Diverses causes très générales tendent à produire dans ces étoiles l'inégalité observée des diverses amplitudes monochromatiques. J'en indiquerai seulement quelques-unes et je ne le ferai que très brièvement, me réservant de revenir ailleurs sur ces questions.

On sait tout d'abord que l'étude spectroscopique de la plupart des étoiles variables a manifesté que leurs vitesses radiales changent périodiquement de signe et ont une période égale à celle de la variation lumineuse; on en a déduit que ces étoiles sont, en réalité, des étoiles doubles, sinon multiples; pour un certain nombre d'entre elles, le spectre manifeste, d'ailleurs, nettement l'existence de deux astres constitutifs, grâce aux raies spectrales communes et qui se dédoublent périodiquement par suite de leurs vitesses radiales opposées. Et, à ce propos, on nous permettra de rappeler que, comme cela ressort avec un très grand degré de probabilité des recherches de M. See, les mondes analogues au nôtre, et qui ne comportent qu'un soleil central entouré de planètes, sont sans doute l'exception dans l'Univers stellaire, et que la plupart des étoiles sont, en réalité, composées d'au moins deux soleils gravitant l'un autour de l'autre dans des orbites resserrées[1].

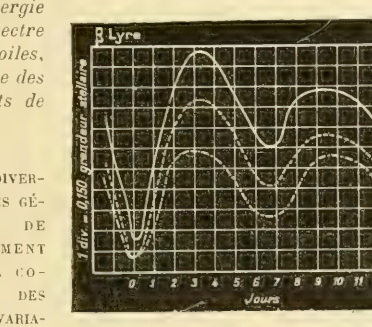


Fig. 1. Fig. 2.

Fig. 1 et 2. — *Courbes de lumière de β Lyre et δ Céphée.*
——— Observations à travers l'écran bleu.
- - - - - - — — — vert.
- · - · - · - — — — rouge.

L'augmentation et la diminution périodiques d'éclat peuvent être dues à ce que la température de l'étoile augmente, puis s'abaisse périodiquement. Pour me borner à un des cas possibles, cela aura lieu évidemment si l'étoile double a une orbite très excentrique; le rapprochement et l'éloignement successifs des deux astres, dus à cette excentricité, feront varier, en effet, leurs attractions respectives et, par là même, leurs températures. Or, on sait que, quand la température d'un corps incandescent augmente, son rayonnement croît inégalement d'un bout à l'autre du spectre; il s'ensuit que la couleur de l'étoile variable se modifiera et que l'amplitude de sa variation sera plus grande dans les rayons bleus que dans les rouges.

C'est précisément ce qui ressort de mes observations de δ Céphée, par exemple (fig. 2).

[1] *Mittheilungen der Nikolaï-Hauptsternwarte zu Pulkowo*, Bd II, 1908, n° 21.

[1] See : *Evolution of the stellar systems*, I, *passim*.

On le voit par cet exemple (et nous aurions pu en citer d'autres qui, non moins que celui-ci, découlent immédiatement des faits d'observation) : *il existe, dans les étoiles périodiques, des causes générales telles que la variation d'intensité lumineuse s'accompagne d'une coloration variable.*

En un mot, le critérium proposé par Arago pour la recherche de la dispersion cosmique est inutilisable. Il faut espérer que les conclusions qu'Arago en a tirées disparaîtront des Traités de Physique : elles sont basées sur des prémisses démenties par les faits modernes d'observation, et, même dans les cas contraires, elles eussent été erronées.

VI. — Premières recherches de M. Tikhoff.

On sait que les raies brillantes caractéristiques d'un métal donné n'occupent pas toujours dans le spectre de certaines étoiles la même position que dans la source terrestre à laquelle on les compare. Le principe de Doppler-Fizeau permet de déduire, de la grandeur et du sens de ce déplacement relatif, ceux du mouvement de ces étoiles dans le sens du rayon visuel, autrement dit leur mouvement radial. Comme nous l'avons déjà dit, les vitesses radiales, ainsi déterminées, d'un grand nombre d'étoiles variables sont périodiques, indiquant que l'étoile gravite dans une orbite qui l'éloigne et la rapproche alternativement de nous, et cela de telle sorte que sa période est précisément égale à celle de la variation lumineuse de ces étoiles déterminées photométriquement.

M. Tikhoff[1] a eu l'idée de comparer entre elles les courbes de la variation lumineuse des deux étoiles δ Céphée et η Aigle à leurs courbes respectives de vitesses radiales, et il a constaté ainsi que, pour chacune de ces étoiles, les minima périodiques de ces deux courbes ne se produisent pas au même instant, mais sont déplacés respectivement de telle sorte que le minimum de la courbe de vitesse radiale a lieu vingt-six heures avant celui de la courbe d'éclat dans le cas de δ Céphée, et quarante-six heures avant dans le cas de η Aigle. Or, les courbes d'éclat sont visuelles et correspondent à une longueur d'onde moyenne voisine de $\lambda = 0^{\mu}57$, par suite de la sensibilité spéciale de la rétine pour cette région spectrale ; les courbes de vitesses radiales sont, au contraire, obtenues photographiquement, c'est-à-dire qu'elles correspondent à peu près aux radiations voisines de $\lambda = 0^{\mu}45$, qui sont les plus sensibles pour la plaque photographique.

M. Tikhoff avait cru pouvoir en conclure que la lumière violette qui nous arrive de ces étoiles se propage plus vite que leur lumière jaune, de telle sorte que le retard serait de vingt-six heures pour δ Céphée et de quarante-six heures pour η Aigle, et il a voulu expliquer ainsi la différence entre les minima respectifs des courbes de lumière et de vitesses radiales.

Mais cette explication n'est nullement imposée par les faits : admettons, ce qui est le cas le plus simple, que le minimum de la variation lumineuse de ces étoiles soit dû à l'interposition d'un compagnon autour duquel la courbe des vitesses radiales

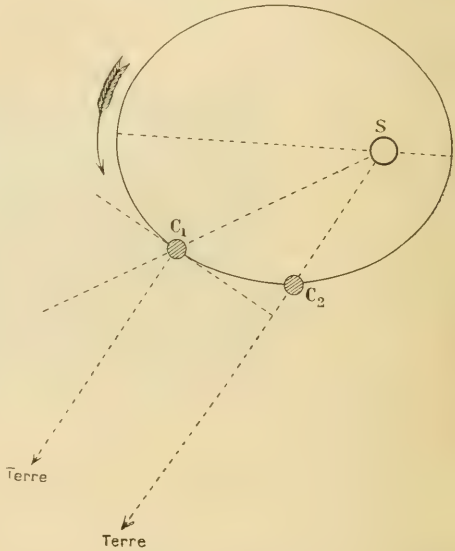


Fig. 3. — *Explication de la différence entre les époques du minimum photométrique et du minimum de vitesse radiale.* — S, étoile principale ; C_1, position du satellite lorsque la vitesse radiale s'annule ; C_2, position du satellite lors de la conjugaison.

démontre qu'elles gravitent. En ce cas, le minimum photométrique aura lieu à l'époque où l'étoile et son compagnon seront en conjonction, c'est-à-dire se projetteront tous deux suivant le même rayon visuel mené de la Terre. Le minimum de la courbe des vitesses radiales aura lieu à l'époque où l'étoile se déplacera perpendiculairement au rayon visuel, c'est-à-dire quand la tangente à son orbite est dirigée suivant la surface de la sphère céleste, Or, il est clair que cette époque ne coïncidera pas nécessairement avec la précédente : la figure 3 montre clairement que, pour que ces époques diffèrent généralement, il suffit que l'orbite de l'étoile soit excentrique (et l'on sait que l'excentricité de tous les systèmes binaires connus est assez forte);

[1] *Memorie della Societa degli Spettroscopistti Italiani*, t. XXVII, 1898.

la différence entre les deux époques signifie alors simplement, et sans qu'il soit nécessaire d'invoquer une dispersion dans le vide, que δ Céphée et η Aigle passent à leur périgée (distance minima à la Terre) respectivement vingt-six et quarante-six heures avant leur passage en conjonction.

Dans la démonstration précédente, j'ai admis que le minimum de lumière correspond à la conjonction de l'étoile et de son compagnon; or, comme je me propose de le montrer ailleurs, cette démonstration devient encore beaucoup plus simple si la variation lumineuse est due non pas à l'éclipse de l'étoile par son compagnon, mais soit à un échauffement dû à leurs rapprochements, soit à l'action absorbante variable de leurs atmosphères.

Nous venons de voir que les phénomènes invoqués par M. Tikhoff comportent, sans l'intervention d'une dispersion cosmique, une explication plus simple, *a priori*, que la sienne. Mais des expériences récentes, dues notamment à M. Schwarzschild et à l'auteur de ces lignes, ont, d'autre part, démontré directement que l'explication par la dispersion cosmique doit être rejetée : il ressort, en effet, de mes observations de δ Céphée, dont j'ai déterminé les courbes photométriques relatives aux deux extrémités du spectre visible (fig. 1 et 2), que les époques des minima relatifs aux rayons rouges et aux rayons bleus coïncident entre elles et concordent avec l'éphéméride de l'*Annuaire du Bureau des Longitudes*, dans les limites de la précision avec laquelle on peut déterminer ces époques, c'est-à-dire à moins de trois ou quatre heures près. Nous sommes loin des vingt-six heures nécessitées par l'explication de M. Tikhoff. D'autre part, M. Schwarzschild a montré que le minimum de η Aigle, déterminé photographiquement, coïncide de même avec le minimum visuel, c'est-à-dire dans ce cas à moins de cinq heures près.

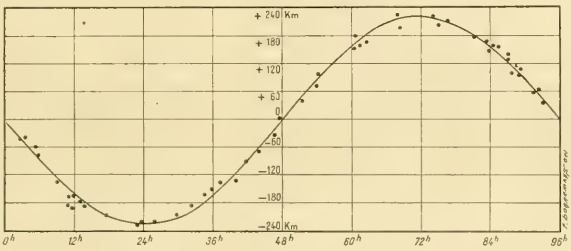


Fig. 4. — *Courbe des vitesses radiales de l'étoile β Cocher.*

Je m'empresse d'ajouter que M. Tikhoff a lui-même spontanément abandonné, il y a quelque temps[1], l'idée que nous venons d'examiner. Et les recherches plus récentes que nous lui devons sur la question, et que nous examinerons tout à l'heure, lui font le plus grand honneur et marqueront une étape nouvelle dans l'histoire de cette importante question.

VII. — Deux méthodes nouvelles.

De ces deux méthodes, l'une est une méthode spectroscopique, l'autre une méthode photométrique. J'appellerai la première « méthode des vitesses radiales », la seconde « méthode des images monochromatiques ».

a) La première est basée sur le principe suivant : *Etant donnée une étoile dont le mouvement radial varie périodiquement, si l'on construit la courbe des vitesses radiales de l'étoile, il est évident, au cas où il y a une dispersion dans le vide, et toutes choses égales d'ailleurs, que le minimum, par exemple, de cette courbe devra avoir lieu à des instants différents selon qu'on le détermine au moyen de telles ou telles raies espacées dans le spectre.*

Dans le cas des étoiles dites « doubles spectroscopiques », chacune des deux composantes donne un spectre avec certaines raies communes qui, dans le spectre photographié, paraissent alternativement se dédoubler et se confondre, par suite du mouvement radial opposé des deux astres; la méthode consiste donc à mesurer les clichés spectraux et à voir si, dans différentes régions du spectre, l'époque où le dédoublement des raies s'annule est le même.

Le principe de la « méthode des vitesses radiales » est dû à M. Tikhoff (*Loc. cit.*), et la première application en a été faite par M. Beloposky, puis par lui, sur l'étoile double β Cocher. On a représenté dans la figure 4, pour donner une idée de la grandeur des déplacements radiaux mesurés, la courbe moyenne des vitesses de cette étoile d'après Vogel.

b) La méthode des images monochromatiques repose sur le principe suivant : *Etant donnée* (*et nous allons voir comment on la réalise*) *une série d'images monochromatiques d'une étoile variable à courte période, et telle que chacune soit constituée exclusivement par les rayons compris dans telle ou telle partie du spectre : si les rayons qui nous viennent de l'étoile n'ont pas identiquement la même vitesse de propagation, il est évident, toutes choses égales d'ailleurs, que le minimum ou une*

[1] *Comptes rendus*, t. CXLVI, p. 571, 16 mars 1908.

phase déterminée quelconque, relatifs à ces diverses images monochromatiques, ne se produiront pas à la même époque, et les diverses courbes monochromatiques observées photométriquement seront décalées d'une certaine quantité.

Le principe de cette méthode a été exposé pour la première fois par l'auteur de cet article, et

Ils ont ceci de commun que, dans l'un et l'autre, les images monochromatiques de l'étoile variable étudiée sont obtenues en faisant traverser à ses rayons une série d'écrans colorés interchangeables, spécialement étudiés et dont chacun ne laisse passer qu'une portion limitée du spectre.

Le dispositif de M. Tikhoff consiste à photo-

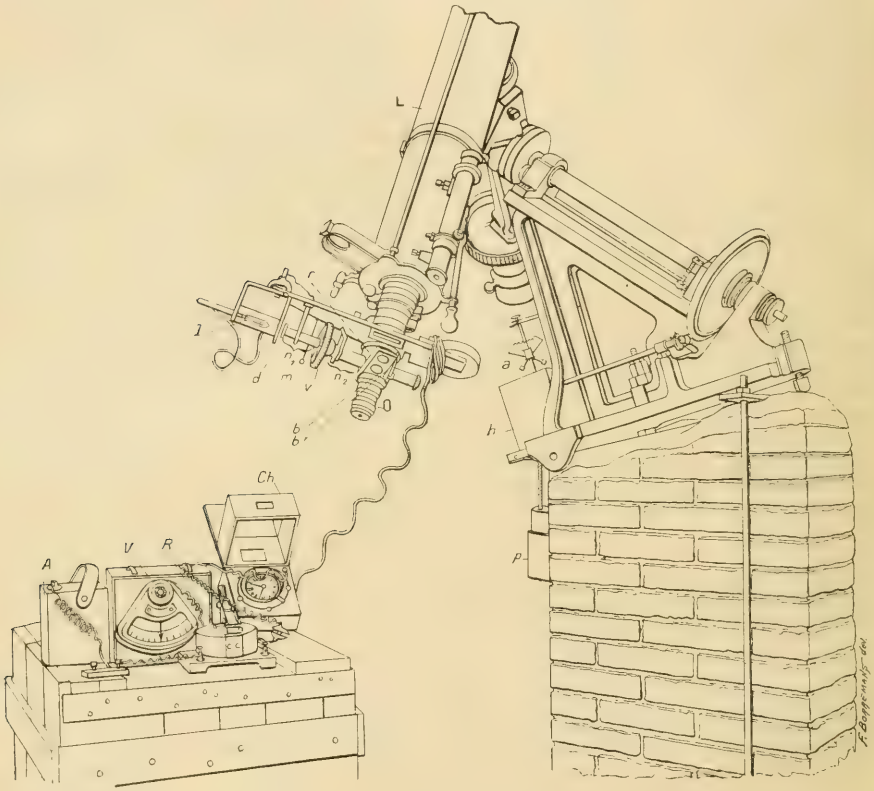


Fig. 5. — *Dispositif de M. Nordmann pour l'étude de la dispersion cosmique.* — L, lunette; O, oculaire; *h*, mouvement d'horlogerie avec son régulateur *a* et son poids moteur *p*; A, accumulateurs; V, voltmètre; R, rhéostat; *l*, lampe électrique produisant par l'éclairement d'un petit diaphragme placé en *d* une petite étoile artificielle dont les rayons viennent se juxtaposer en O à ceux de l'étoile observée, après avoir traversé un nicol mobile placé en n_1, puis un nicol fixe placé en n_2, et après s'être réfléchis sur une lame à face parallèle placée en *r*; *bb'*, barillet contenant des cuves à liquides colorés que traversent simultanément les rayons de l'étoile artificielle et de l'étoile observée; *v*, cercle gradué donnant l'angle des deux nicols; *m*, manette pour la rotation du nicol mobile n_1.

appliqué par lui aux étoiles β Persée et λ Taureau, et indépendamment par M. Tikhoff (qui n'avait pas connaissance de mes recherches) à l'étude des étoiles variables RT Persée et W Grande Ourse.

Les dispositifs expérimentaux grâce auxquels nous avons, M. Tikhoff et moi, réalisé le principe précédent sont, d'ailleurs, extrêmement différents et ils se complètent heureusement.

graphier l'étoile à travers ces divers écrans et à étudier ensuite sur la plaque, par la méthode des degrés, ses variations.

Dans mon procédé, au contraire, les mesures sont faites visuellement : il consiste à juxtaposer à l'étoile observée une étoile artificielle d'éclat modifiable et réglable à volonté, grâce à des nicols gradués, et à faire les mesures en réalisant l'éga-

lité d'éclat des deux astres observés simultanément à travers les écrans colorés, que l'on emploie alternativement. J'ai utilisé jusqu'ici trois écrans construits de telle sorte que chacun laisse passer exclusivement environ un tiers du spectre visible. L'étoile artificielle est produite par un dispositif latéral analogue à celui du photomètre Zöllner, grâce à la condensation de la lumière d'une petite lampe électrique dont on réalise la constance au moyen d'un voltmètre et d'un rhéostat de précision. Toutes les mesures sont d'ailleurs alternées avec celles d'une étoile fixe voisine de la variable étudiée, auxquelles on les rapporte.

Je n'insiste pas sur les avantages respectifs du dispositif Tikhoff et du mien, sur la composition de mes écrans colorés, sur le mode d'emploi et les particularités de mon appareil. Le lecteur trouvera là-dessus, dans une étude spéciale que j'ai publiée sur ce sujet, tous les détails qui ne sauraient avoir place ici.

La figure 5 donne une vue d'ensemble de l'appareil à l'extrémité oculaire de la lunette employée, tel qu'il a fonctionné dans mes expériences de Biskra.

Sans vouloir examiner ici en détail la précision et les limites d'application de ces méthodes, je ferai seulement la remarque suivante : la méthode des images monochromatiques est facilement applicable, avec les moyens actuels, jusqu'aux étoiles de 10e grandeur, qui sont à une distance moyenne de 750 ans de lumière d'après Kapteyn, et elle permet, pour les variables rapides, de mettre en évidence une différence de trois minutes entre les minima monochromatiques. Une telle différence, pour ces étoiles, correspondrait à une différence de vitesse de 0,004 kilomètre (sur 300.000 kilomètres) entre les longueurs d'onde correspondantes.

Or, une telle dispersion serait environ mille fois plus faible que celle de l'air à une atmosphère, tandis que, comme nous l'avons vu, aucune des méthodes antérieures n'était susceptible de mettre en évidence une dispersion cosmique qui eût été même des centaines de fois supérieure à celle de l'air.

La précision des nouvelles méthodes qui viennent d'être décrites est donc incomparablement plus grande.

VIII. — Premiers résultats obtenus.

Les premiers résultats obtenus jusqu'ici sont très encourageants, malgré le caractère provisoire que leur donne le nombre encore très limité des observations.

D'une part, la « méthode des vitesses radiales » a été appliquée à l'étoile double spectroscopique β Cocher par M. Belopolsky, puis par M. Tikhoff, et les a conduits indépendamment à ce résultat que le minimum de la vitesse radiale de cet astre a lieu un peu plus tôt lorsqu'on le détermine avec des raies situées dans l'indigo que lorsqu'on le mesure avec d'autres situées dans la partie violette du spectre. Le minimum relatif environ à $\lambda = 450\mu\mu$ devance celui qui correspond à $\lambda = 400\mu\mu$ d'une quantité comprise entre dix et vingt minutes.

D'autre part, la méthode des « images monochromatiques » a fourni déjà les indications que voici : pour les quatre étoiles variables étudiées, β Persée, λ Taureau (Nordmann), RT Persée, W Grande-Ourse (Tikhoff), le minimum d'éclat relatif à la partie la moins réfrangible du spectre paraît avoir lieu un peu plus tôt que le minimum des plus petites longueurs d'onde. Les premières observa-

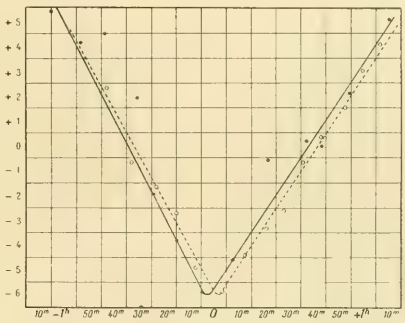


Fig. 6. — *Courbes de lumière de RT Persée.*
—— • Courbe optique.
- - - - o — photographique.

tions conduisent à assigner à ces décalages des minima les valeurs approchées suivantes : pour β Persée, environ treize minutes entre $\lambda = 680\mu\mu$ et $\lambda = 450\mu\mu$; pour λ Taureau, une valeur à peu près triple entre les mêmes limites; pour RT Persée, environ quatre minutes entre $\lambda = 560\mu\mu$ et $\lambda = 430\mu\mu$; pour W Grande-Ourse, environ dix minutes entre $\lambda = 625\mu\mu$ et $\lambda = 380\mu\mu$.

Les figures 6 et 7 reproduisent, à titre d'exemples, la courbe obtenue par Tikhoff pour RT Persée, et celle que m'ont fournie deux de mes meilleures soirées d'observation d'Algol.

Ainsi, malgré la diversité des procédés employés, les cinq étoiles β Cocher, β Persée, λ Taureau, RT Persée, W Grande Ourse, ont fourni des décalages dans le même sens, correspondant à une avance des rayons les moins réfrangibles du spectre.

Tout se passe comme si les rayons qui nous parviennent de ces étoiles subissaient dans l'espace céleste, toutes choses égales d'ailleurs, *une dis-*

persion de même sens que celle des milieux réfringents ordinaires.

C'est au point de vue surtout de leur concordance quantitative que les résultats précédents doivent être retenus; et encore, même à ce point de vue, sont-ils sujets à rectification.

Je crois (d'accord en cela avec M. Tikhoff) qu'il serait prématuré, à l'heure actuelle, de les discuter en détail au point de vue quantitatif et numérique : d'abord parce que les parallaxes des étoiles étudiées sont incertaines, ensuite parce que les mesures faites sont encore trop peu nombreuses pour rendre négligeables les erreurs d'observation.

Si cependant, sous ces réserves, on examine, par exemple, les résultats relatifs à β et RT Persée, cela nous conduit dès maintenant à assigner une limite supérieure assez bien déterminée à la valeur possible de la dispersion cosmique. D'après M. Pritchard, Algol est sans doute situé à environ 60 ans de lumière de nous; d'après M. Tikhoff, d'autre part, la parallaxe de RT Persée n'est pas mesurable; en lui assignant la valeur moyenne, d'après Gylden[1], des parallaxes des étoiles de même grandeur, on trouve qu'elle serait à environ 350 ans de lumière de la Terre. On en déduit que la différence des vitesses, dans l'espace, des rayons extrêmes du spectre visible serait, d'après les observations de β et RT Persée, respectivement environ 0,003 et 0,04 de celle de l'air.

Il est d'ailleurs assez digne de remarque que la valeur limite de la dispersion cosmique que fournissent, d'autre part, les mesures spectro-radiales de β Cocher (Belopolsky, Tikhoff) assignent à cette limite, en admettant la parallaxe indiquée par Pritchard pour cette étoile, une valeur presque égale à celle que fournit Algol (Nordmann) et même légèrement supérieure.

On peut résumer ainsi la discussion précédente :

Si on admet que les décalages observés sont réels et sont dus entièrement à la dispersion cosmique, on peut dès maintenant en induire que cette dispersion a lieu dans le même sens que dans les milieux réfringents ordinaires et qu'elle n'est sans doute pas d'un ordre de grandeur supérieur au centième de la dispersion de l'air à la pression atmosphérique.

Le petit nombre des observations faites, leur précision encore limitée et notre ignorance relative aux parallaxes employées, suffiraient à expliquer les écarts existant entre les nombres précédemment discutés.

Mais je vais montrer maintenant que ces écarts peuvent être dus à ce que, sans doute, d'autres phénomènes, que l'on n'avait pas soupçonnés tout d'abord, contribuent, à côté de la dispersion cosmique, à produire des décalages. L'intervention de ces phénomènes a fait craindre un instant que l'échafaudage péniblement édifié à l'aide de nos nouvelles méthodes ne s'écroulât entièrement. Il n'en est rien heureusement, comme nous l'allons voir.

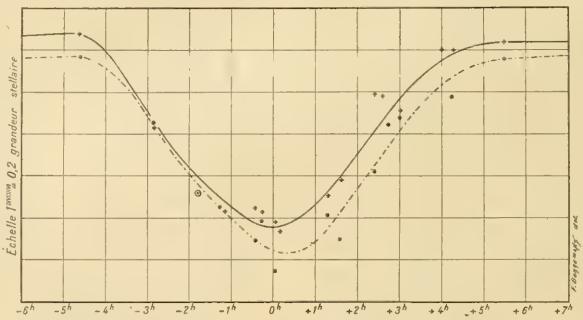


Fig. 7. — *Courbe de lumière d'Algol.*
——— + Courbe de lumière des rayons rouges (λ moyen = 680 μμ).
- - - - - • — — — bleus (λ moyen = 450 μμ).

IX. — Sur certaines particularités nouvelles des étoiles périodiques.

Diverses causes générales, résidant au sein des étoiles périodiques elles-mêmes, tendent à produire des différences entre les époques des divers minima monochromatiques de ces étoiles. Je ne retiendrai ici qu'une de ces causes générales qui paraît particulièrement caractéristique :

L'excentricité de l'orbite d'une étoile variable tend naturellement, par le mécanisme suivant, à décaler les minima des courbes de lumière relatives à des régions différentes de son spectre :

1° On sait que l'excentricité des orbites des systèmes binaires célestes est généralement notable et a, en moyenne, une valeur voisine de 0,4[1]. 2° D'autre part, les deux étoiles constitutives de ces systèmes sont généralement très rapprochées dans le cas des variables à courtes périodes. Pour Algol, par exemple, on a calculé que, les masses des deux composantes étant respectivement 1,1 et 0,5 fois celle du Soleil, la distance de leur centre n'est que trois fois le diamètre de l'étoile principale,

[1] André : *Astronomie stellaire*, t. I, p. 285.

[1] T. J. J. See : *Evolution of the stellar systems*, Vol. I, *passim*.

égal lui-même à peu près à celui du Soleil[1]. 3° Par suite de la grandeur et de la proximité des masses en présence, on calcule facilement que les atmosphères de l'étoile principale et de son satellite sont soumises à des marées énormes qui doivent les déformer et leur faire prendre des figures d'équilibre allongées et sans doute voisines des pyroïdes découverts et étudiés par M. H. Poincaré.

Bornons-nous pour l'instant, et pour simplifier, à ce qui concerne la marée atmosphérique de l'étoile principale. Désignons celle-ci par Σ et soit (fig. 8) *a b c d* l'orbite décrite autour d'elle dans le sens de la flèche φφ′ par son satellite σ. La théorie montre que le cas le plus général dans les systèmes binaires, et qui correspond à la stabilité, est celui où la durée de la rotation de l'étoile principale est égale à la durée de la révolution du satellite (comme cela a lieu, par exemple, pour la Terre et la Lune). Il suffirait de modifier très légèrement la démonstration suivante pour qu'elle s'applique au cas où la durée de rotation de Σ diffère de la révolution de σ. Dans le cas actuel, l'excentricité de l'orbite a pour effet (3e loi de Képler) que la vitesse orbitale du satellite est plus grande quand les deux astres sont voisins (périastre) que quand ils sont à leur plus grande distance (apoastre). La figure 8 représente une position du satellite voisine de l'apoastre et il est clair que, à ce moment, par suite de la tendance de la rotation de Σ à rester uniforme, la vitesse angulaire de révolution de σ est plus grande que la rotation de Σ. La protubérance de la marée produite dans l'atmosphère de Σ par l'attraction de σ, et qui est figurée en M, se trouve, par suite, en retard, sur le rayon vecteur joignant Σσ, de l'angle MCσ. La Terre étant, dans le cas de la figure, suivant la direction CA, Σ et σ sont alors en conjonction; l'éclipse de Σ par σ est centrale, c'est-à-dire qu'on devrait observer au moment figuré le minimum de lumière de l'étoile, s'il ne fallait pas tenir compte de l'absorption que lui fait subir sa propre atmosphère. Admettons que celle-ci, pour fixer les idées (et comme cela a lieu pour l'atmosphère terrestre), absorbe environ deux fois plus les rayons rouges que les rayons bleus; les absorptions maxima des rayons rouges et bleus de Σ par la protubérance atmosphérique étant figurées respectivement par les vecteurs CB_1 et CB_2, et l'obscurcissement maximum dû à l'interposition du satellite étant représenté par le vecteur CA, il est clair que les minima apparents de l'étoile dans les rayons rouges et les rayons bleus seront observés de la Terre quand les résultants de CA avec CB_1 et CB_2 respectivement, c'est-à-dire CR_1 et CR_2, viendront, par la rotation du système, se projeter suivant la direction « Σ Terre ». *Le minimum apparent du rouge aura donc lieu avant celui du bleu.*

Si Σ et σ étaient en conjonction non plus au voisinage du périastre, mais près de l'apoastre, on voit de même que CM sera non plus en retard, mais en avance sur Cσ, et par suite, ici, le minimum apparent du rouge suivra celui du bleu. On arrive ainsi à cette conclusion inattendue que : *le minimum observé dans le rouge précédera ou suivra le minimum du bleu pour une même étoile suivant l'orientation de son orbite dans l'espace.*

On peut analyser d'une manière analogue les apparences produites par les marées atmosphériques du satellite lui-même. Je n'y insiste pas.

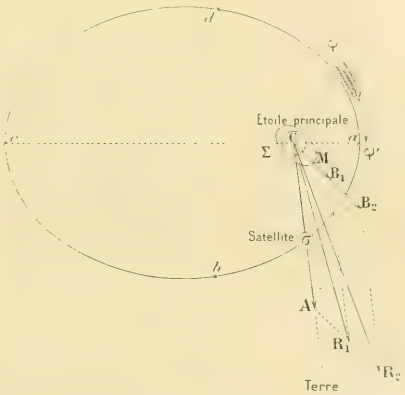


Fig. 8. — *Décalages produits par l'effet de l'excentricité de l'étoile sur la marée atmosphérique.*

J'indiquerai seulement (je l'ai démontré ailleurs) qu'une application numérique des principes précédents à l'étoile Algol conduit à cette conclusion qu'un décalage de ses minima monochromatiques égal à plusieurs minutes peut être vraisemblablement produit par les phénomènes qui viennent d'être invoqués.

Enfin, on peut montrer que les phénomènes de marée dans les étoiles variables sont de nature à produire également, et d'ailleurs par un mécanisme tout différent du précédent, des décalages entre les minima des vitesses radiales orbitales déterminées dans les régions différentes du spectre. Cette démonstration (que j'ai donnée ailleurs et que le lecteur retrouvera facilement) repose simplement sur l'existence des différences de pression que doivent produire les marées sur la photosphère des étoiles, et sur la variation des longueurs d'ondes qu'entraînent de telles modifications de pression (Humphreys et Mohler).

[1] André : *Astronomie stellaire*, t. II, p. 203.

X. — Méthode pour distinguer des effets de la dispersion cosmique ceux des autres phénomènes invoqués.

Est-ce à dire, comme l'a prétendu récemment M. Lebedeff, que, dans les décalages que nos méthodes nouvelles sont susceptibles de mettre en évidence, il faille renoncer à distinguer ce qui est dû à la dispersion cosmique de l'effet possible des phénomènes stellaires qui viennent d'être décrits? Non assurément, car la possibilité de cette distinction n'est pas, comme nous allons nous en convaincre, moins évidente que celle de la méthode couramment employée en Astronomie pour séparer, par exemple dans le mouvement apparent d'une étoile, les effets de l'aberration de ceux de la nutation et de la parallaxe annuelle.

1° Pour ce qui est de la « méthode des vitesses radiales », il suffira, pour éliminer l'effet des causes invoquées de décalage autres que la dispersion cosmique, de ne faire des mesures comparatives que sur des raies d'une même série ; on éliminera évidemment, dans ce cas, l'effet dû à ces autres causes, puisqu'il est alors proportionnel à la longueur d'onde. Dans leurs mesures de β Cocher, MM. Belopolsky et Tikhoff ne se sont pas astreints jusqu'ici à opérer ainsi et ils ont fait leurs moyennes en employant des séries de raies différentes. Peut-être la difficulté d'obtenir des spectrogrammes stellaires contenant un nombre suffisant de raies nettes et mesurables retardera-t-elle un peu la réalisation des mesures faites dans ces conditions nouvelles.

2° Pour ce qui est de la « méthode des images monochromatiques », le principe de la séparation

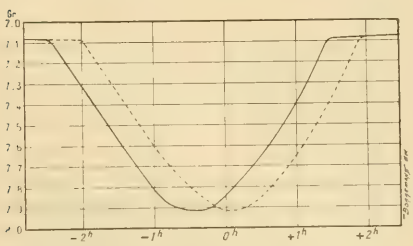


Fig. 9. — *Décalage produit exclusivement par la dispersion cosmique.*

des diverses causes de décalage des minima repose simplement sur la remarque suivante :

Le retard ou l'avance relatifs de deux radiations produits par la dispersion dans le vide, pour une étoile donnée, ont évidemment une valeur constante quelle que soit la phase de variation de l'étoile.

Il n'en est pas de même pour les décalages dus aux autres causes.

Pour prendre le cas simple d'une étoile du type Algol, il est clair alors qu'un décalage dû à la dispersion cosmique entre deux courbes de lumière monochromatiques correspondantes commence et

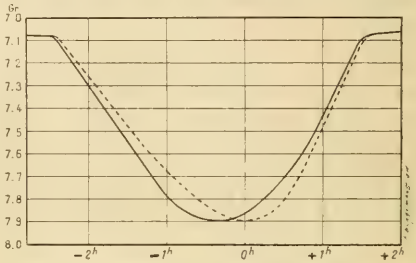


Fig. 10. — *Décalage produit exclusivement par les causes résidant dans l'étoile.*

cesse brusquement avec la variation lumineuse; au contraire, le décalage dû aux autres causes invoquées dans le système même de l'étoile décroît progressivement de part et d'autre du minimum pour s'annuler au début et à la fin de la variation lumineuse. Les figures 9 et 10 mettent clairement cette distinction en évidence : on a représenté par un trait plein la courbe de lumière d'une étoile connue du type Algol (BD + 12°3557) d'après les observations visuelles[1]. Je suppose que l'on vienne à constater (c'est le cas figuré) que le minimum d'une radiation monochromatique donnée a lieu vingt-cinq minutes après le minimum de la courbe moyenne précédente. Selon que ce décalage sera dû entièrement à la dispersion cosmique, ou exclusivement aux autres causes résidant dans l'étoile elle-même, la juxtaposition des deux courbes offrira un aspect analogue à celui de la figure 9 ou à celui de la figure 10. Or, j'ai montré ailleurs que l'on peut ramener géométriquement toutes les courbes à être rendues comparables d'une manière analogue; on voit, d'autre part, clairement, sans qu'il soit besoin d'y insister, comment, dans le cas d'un aspect intermédiaire, il sera possible graphiquement de voir quelles sont respectivement les parts du décalage dues à la dispersion cosmique et aux autres causes.

En ce qui concerne les décalages des courbes monochromatiques qui paraissent, pour plusieurs étoiles, résulter, comme nous l'avons vu, des observations de M. Tikhoff et des miennes, il serait, je crois, prématuré de vouloir leur appliquer dès maintenant le critérium précédent. Il faut attendre d'abord que des observations plus nombreuses et

[1] André : *Astronomie stellaire*, t. II, p. 205.

répétées aient permis de fixer avec une plus grande précision la forme exacte en leurs diverses parties de ces courbes monochromatiques.

C'est là peut-être un travail de longue haleine. Mais les astronomes n'en connaissent guère d'autres, et il ne faut pas oublier, par exemple, que, depuis le jour où la découverte de l'aberration permit de débrouiller la complexité des mouvements apparents des étoiles, il s'est encore écoulé près d'un siècle avant que l'on possédât quelques données acceptables sur les parallaxes stellaires.

Ici la besogne sera sans doute moins longue : nous avons dès maintenant des méthodes précises de mesure et de réduction; une seule chose encore fait défaut : des observations nombreuses.

XI. — Conclusion.

Si l'on embrasse d'un coup d'œil l'état actuel de la question, tel que nous avons essayé de le définir en ces pages, on peut, semble-t-il, le résumer ainsi :

1° Les méthodes nouvelles récemment créées pour l'étude de la dispersion dans le vide permettent dès maintenant d'assigner à la valeur de cette dispersion une limite supérieure qui est plusieurs milliers de fois plus précise que celle qu'on était en droit de lui attribuer antérieurement;

2° De la concordance qualitative des premiers résultats obtenus résulte une certaine probabilité pour que cette dispersion ne soit pas nulle et se produise dans le même sens que dans les milieux réfringents ordinaires;

3° Nous avons été amenés à envisager divers phénomènes généraux, non encore signalés dans les étoiles périodiques, et qui procèdent de leur constitution physique; ces phénomènes rendent plus compliquée la recherche de la dispersion cosmique. La méthode des images monochromatiques est susceptible de mettre en évidence les effets de ces phénomènes et de les séparer nettement, pour une classe nombreuse d'étoiles, de ceux de la dispersion dans le vide.

La continuation des recherches relatives à la dispersion cosmique est, semble-t-il, d'une haute importance à la fois pour la Physique et pour l'Astronomie.

D'une part, elle nous renseignera exactement sur une des modalités les plus importantes de cet éther que la Philosophie naturelle tend de plus en plus à considérer comme « le Grand Tout » où germe l'ensemble des formes de l'Energie et de la Matière.

En outre, si l'existence d'une dispersion cosmique est confirmée, de vastes horizons aujourd'hui fermés s'ouvriront pour l'Astronomie : la situation exacte du système solaire dans l'Univers stellaire, la forme, les dimensions de cet Univers sont pour nous des énigmes bien passionnantes, mais qui resteront insondables tant que nos connaissances des parallaxes stellaires seront aussi limitées. Or, nous ne connaissons guère aujourd'hui que la distance exacte d'une cinquantaine d'étoiles voisines, et les méthodes de l'Astronomie de position ne laissent guère l'espoir de mesurer jamais les parallaxes très petites.

Mais il est clair, en première analyse, que les décalages produits, entre les courbes monochromatiques des étoiles variables, par une dispersion lumineuse dans les espaces célestes, seront proportionnels à la distance de ces étoiles; et alors nous pouvons espérer connaître la distance des mondes les plus éloignés, puisque les parallaxes des variables seront d'autant plus facilement mesurables par la « méthode des images monochromatiques » qu'elles seront plus faibles.

D'ailleurs, comme l'a fait remarquer M. Lippmann, l'existence d'une dispersion cosmique accessible à nos méthodes nouvelles ne saurait être attribuée aux gaz répandus dans les immensités célestes. Les lois bien connues qui relient le pouvoir absorbant au pouvoir dispersif des corps gazeux montrent, en effet, que toute dispersion mesurable et produite par des gaz cosmiques serait accompagnée d'une absorption tellement énorme que tous les astres et le Soleil lui-même seraient complètement invisibles.

La dispersion de la lumière dans les espaces célestes ne peut être qu'une propriété spécifique de l'Ether lui-même.

Ch. Nordmann,
Docteur ès sciences,
Astronome adjoint à l'Observatoire de Paris.

L'ÉRUPTION DE L'ETNA EN AVRIL-MAI 1908

DEUXIÈME PARTIE : LES PRODUITS DE L'ÉRUPTION

Dans un premier article[1], j'ai décrit les phénomènes qui ont caractérisé la dernière éruption de l'Etna; je vais maintenant étudier les produits qui ont été amenés au jour.

I. — La lave considérée aux points de vue minéralogique et chimique.

Les laves récentes de l'Etna ont une composition assez monotone; elles se rapportent à la famille basaltique. Je me suis proposé de poursuivre, à l'aide de ce type pétrographique, les recherches que j'ai entreprises à la Montagne Pelée et au Vésuve, et par suite à l'aide de laves tout à fait différentes, sur les variations de tout genre qu'un même magma est susceptible de présenter, en fonction des divers phénomènes qui accompagnent sa venue au jour.

Au point de vue des conditions de l'émission du magma de 1908, on peut considérer : 1° la coulée; 2° les projections, probablement hawaïennes, localisées sur les bords de la fissure effusive; 3° les projections stromboliennes, ayant rejeté des scories légères, extrêmement scoriacées, qui ont été entraînées au loin.

1. *Composition minéralogique.* — Les matériaux émis dans ces diverses conditions présentent, au point de vue minéralogique, le caractère commun de renfermer les mêmes phénocristaux, qui, par suite, sont incontestablement d'origine intratellurique. Ils sont formés de plagioclases (65 % environ d'anorthite), d'augite, de magnétite et, en quantité très faible, d'olivine; ces plagioclases, peu zonés, sont très riches en inclusions vitreuses irrégulièrement distribuées.

Les variations que présente la lave émise dans chacune des conditions énumérées plus haut ne portent que sur la nature de la pâte. Le type le plus cristallin, trouvé dans la partie centrale de la coulée, est pauvre en verre; on y distingue des microlites d'augite et d'olivine, ayant sensiblement la même taille, des microlites de labrador de même dimension, et enfin un feutrage de microlites plus petits de plagioclases (20 % d'anorthite) et d'augite filiforme, accompagnés de nombreux grains ou cristallites de titanomagnétite.

L'examen des types refroidis brusquement permet de préciser l'ordre de cristallisation des microlites. Malgré leur apparence fort vitreuse, les scories légères des explosions stromboliennes sont déjà riches en microlites de plagioclases, d'augite et d'olivine; par contre, la magnétite est à peu près absente; ces minéraux sont disséminés dans un verre brunâtre, qui, sur les parois des cavités scoriacées, possède une coloration plus foncée. Ces scories datent du début de l'éruption; elles proviennent, par suite, de la partie supérieure du magma arrivant de la profondeur à une haute température. Leur abondance à la surface, non fondue, des névés prouve qu'elles ont été refroidies rapidement et ne permet pas d'admettre qu'elles aient continué à cristalliser après leur venue au jour. Ce fait démontre donc qu'une portion importante des microlites s'est formée dans la cheminée du volcan.

Les bombes scoriacées bulleuses et les fragments de toute sorte, rejetés sur les bords immédiats de la fente par les jets hawaïens ou par les explosions stromboliennes, sont déjà plus cristallins que les scories précédentes, mais cependant encore riches en verre. Il en est de même pour des échantillons provenant de l'extrémité de la coulée, là où un éclusage, produit après l'arrêt presque complet de la lave, a donné naissance à des masses cordées, creusées de cavités stalactiformes à parois vernissées. Ce sont des portions du magma ayant conservé une haute température sous la carapace solidifiée de la coulée et qui, une fois éclusées, se sont refroidies rapidement à cause de leur faible volume. On comprend, dès lors, qu'elles aient la même structure microscopique que les blocs de projection, mais que, cependant, les gros microlites d'olivine, d'augite et de plagioclases y soient plus nombreux; ils ont pu croître au cours de l'épanchement. La magnétite microlitique y est toujours presque absente.

De ces diverses observations, il faut conclure que la cristallisation du magma microlitique s'est faite en deux phases :

Une première, commencée dans les canaux du volcan et continuée pendant l'épanchement, a fourni de gros microlites et une quantité infime de magnétite. Le refroidissement moyennement rapide de la surface de la coulée a interrompu cette cristallisation et a brusqué la consolidation définitive, en déterminant la production de la presque totalité de la magnétite, accompagnée de cristallites d'augite et de feldspaths de petites dimensions. La cris-

[1] Voyez la *Revue* du 15 avril 1909, t. XX, p. 298 et suiv.

tallisation de l'olivine[1] microlitique, l'une des particularités intéressantes de cette lave, est donc comprise entre deux venues d'augite et de feldspaths.

Dans la nomenclature pétrographique française, cette lave est une *labradorite augitique et péridotique*; elle vient se ranger dans un groupe bien connu des laves de l'Etna. Dans aucune de celles-ci, l'olivine microlitique n'avait été signalée jusqu'ici; l'examen de roches provenant de coulées antérieures me fait penser que cette particularité minéralogique y est souvent réalisée.

2. *Composition chimique.* — Je donne ci-dessous les analyses faites par M. Pisani sur : *a*) la lave la plus cristalline; *b*) les scories légères des explosions stromboliennes; *c*) une bombe très scoriacée des explosions hawaïennes :

	a	*b*	*c*	MOYENNE
SiO^2	49,75	49,71	50,40	49,95
Al^2O^3	18,30	18,40	18,90	18,53
Fe^2O^3	2,85	1,93	2,65	2,48
FeO	6,28	6,96	5,82	6,35
MgO	3,45	3,45	2,99	3,29
CaO	9,76	9,80	9,41	9,55
Na^2O	4,96	5,13	5,20	5,12
K^2O	1,89	1,72	1,54	1,72
TiO^2	2,45	2,58	2,58	2,54
P^2O^5	0,03	0,02	0,03	0,03
P. au feu	0,40	0,0	0,10	0,17
Totaux	100,12	99,70	99,62	99,83

On voit qu'il n'existe entre ces nombres que de faibles différences et que le magma ne présente pas de variations systématiques de composition. Ce fait était à prévoir, d'ailleurs, si l'on fait état à la fois de la faible quantité de matière épanchée et des résultats fournis par l'étude des laves émises par la Montagne Pelée et le Vésuve, au cours d'éruptions ayant fourni une masse de matériaux bien plus considérable et, dans le premier de ces volcans, ayant eu une longue durée.

Certaines de ces données concordent assez bien avec celles des analyses des laves de l'Etna antérieurement publiées; elles sont, par contre, assez différentes pour quelques éléments; la teneur en alcalis notamment, et surtout en titane, y est plus considérable, celle en fer moindre; mais les analyses dont il s'agit sont anciennes et il me paraît prudent de les refaire avec les méthodes modernes, avant de conclure à d'aussi grandes variations du magma en fonction du temps.

Ces données placent la lave de l'Etna dans le groupe *andose* de la classification chimico-minéralogique (II.5.3.4) et au voisinage de la *salemose* (II.6.3.4). C'est une roche renfermant un peu d'orthose et de néphéline virtuelles; il est très vraisemblable que l'étude chimique des roches de l'Etna montrerait que leur ensemble se rapproche beaucoup plus des roches alcalinés qu'on ne se le figure généralement, et qu'il faut les ranger dans la même province pétrographique que les laves célèbres de l'île voisine de Pantellaria.

3. *Les cendres des explosions vulcaniennes du cratère.* — Les cendres vulcaniennes du 20 mai, décrites plus haut, sont grises, à grains fins; celles du paroxysme du 29 avril sont plus grossières, de couleur rouge. Il est possible de montrer que les unes et les autres ne sont pas constituées par des débris du magma neuf, mais qu'elles proviennent de la pulvérisation (par les explosions) des roches formant les parois du cratère, attaquées par les fumerolles acides. L'analyse suivante a été faite sur la cendre du 20 mai :

SiO^2	51,8	CaO	7,55
Al^2O^3	18,45	Na^2O	3,52
Fe^2O^3	4,97	K^2O	1,61
FeO	3,96	TiO^2	2,45
MgO	2,99	P. au feu.	3,00 = 100,33

Cette composition se distingue de celle du magma neuf par une teneur moindre en chaux et en soude, par une proportion assez élevée des produits perdus au rouge (comprenant un peu de soufre) et par l'oxydation plus grande du fer; enfin, il faut y ajouter environ 10 °/₀ de produits solubles, surtout constitués par du sulfate de chaux et des chlorures alcalins (y compris celui d'ammonium).

Ces conclusions sur la nature des cendres fines des explosions vulcaniennes sont donc du même ordre que celles auxquelles j'ai été conduit par l'étude des produits de l'éruption du Vésuve; si, dans ce volcan, la composition chimique des cendres vulcaniennes est plus différente de celle des produits stromboliens qu'à l'Etna, cela tient à ce que sa constitution pétrographique est plus hétérogène que celle du grand volcan sicilien.

Toute différente est la cendre tombée sur Acireale le 29 avril, cendre que j'ai pu étudier grâce à l'obligeance de M. Gaetano Platania. Elle a eu certainement pour origine les bouches récentes et non le cratère central. Elle est constituée par un mélange de poussière de scories noires récentes et de débris rubéfiés provenant des parois de la bouche de sortie.

On voit que ce nouvel exemple vient confirmer la démonstration que j'ai faite à la suite de la récente éruption du Vésuve, à savoir que l'étude d'une cendre volcanique n'a de signification précise que s'il est possible d'établir par quel ordre de phénomène elle a été produite, et qu'une même

[1] Ces microlites, allongés suivant l'axe vertical, doivent être comparés à ceux que M. Michel Lévy a signalés dans les andésites et labradorites de la Chaîne des Puys.

éruption peut fournir des cendres de composition, à tous égards, fort différente.

II. — Les produits de fumerolles.

L'une des particularités de l'éruption a consisté dans la faible intensité des phénomènes de fumerolles. Les dégagements gazeux importants n'ont duré que peu de jours le long de la fente éruptive, et les quelques vapeurs qui s'élevaient de la coulée au lendemain de son arrêt étaient localisées en des points très limités, que j'ai trouvés encore actifs, lors de mon arrivée dans le Val del Bove. Cette pauvreté en fumerolles résulte non seulement de la brièveté des phénomènes explosifs et effusifs[1], mais encore de ce fait que le magma, naturellement pauvre en produits volatils, s'est écoulé rapidement sur une pente fort raide, pour s'étaler ensuite en couche de médiocre épaisseur, sur une surface peu accidentée, circonstances qui ont entraîné son rapide refroidissement.

Je n'ai pu m'occuper que des produits solides déposés par les fumerolles, à l'exclusion de leurs produits gazeux.

1. *Fumerolles à chlorures alcalins.* — C'est seulement sur les bords de la fente effusive que j'ai rencontré, et en petite quantité, des dépôts cristallisés, attribuables à ce type de fumerolles. Ils consistent en cubes cristallitiques (groupés suivant un axe ternaire) de chlorure de sodium, avec un peu de chlorure de potassium et traces de carbonates et de sulfates alcalins. Bien qu'en ce point la température de la lave consolidée fût encore de quelques centaines de degrés, au moment de mes observations, il ne s'y produisait plus ni sublimation, ni dégagement gazeux appréciables; c'est là un exemple typique d'une fumerolle refroidie sans avoir évolué.

Sur quelques points de la coulée, s'observaient des enduits blancs, pulvérulents, constitués par un mélange de chlorures et de sulfates alcalins; mais je n'ai pu en recueillir en quantité suffisante pour en faire une étude complète.

2. *Fumerolles chlorhydriques.* — La fissure effusive ne présentait pas d'autres fumerolles que celles qui viennent d'être signalées. Par contre, des fumerolles chlorhydriques étaient nombreuses aux alentours des bouches explosives, qui jalonnent la fissure entre les deux Serra Giannicola. Elles ne dégageaient qu'une très faible quantité d'un mélange suffocant de vapeur d'eau et d'acide chlorhydrique : la température la plus élevée était voisine de celle de la fusion du zinc (412° C.).

L'orifice des fumerolles était recouvert d'abondantes sublimations d'une couleur rouge orangé; ce sont elles qui sont visibles en blanc sur la figure 4 (p. 301); leur examen m'a permis de déterminer sous quelle forme minéralogique le chlorure de fer se trouve à l'Etna. Il y existe à l'état de chlorure ammoniacal ($FeCl^3.2\,AzH^4Cl.H^2O$), de *krémersite*, minéral qui n'avait été jusqu'ici observé qu'au Vésuve. Il forme des cristaux orthorhombiques ou des croûtes cristallines; je l'ai trouvé seul ou associé à un peu de chlorure d'ammonium (salmiac).

Au voisinage de ces fumerolles, il en existait d'autres, moins chaudes, ne fournissant que du salmiac et du soufre, généralement fondu ; elles représentaient le passage normal d'une fumerolle chlorhydrique au type sulfhydrique.

J'ai observé, en outre, au bas de la coulée nord de la Serra Giannicola Grande, un point très limité où les vapeurs étaient légèrement acides (température un peu inférieure à celle de la fusion de l'étain) et où, çà et là, quelques cristaux de krémersite teintaient d'orangé des croûtes peu cristallines de salmiac. C'est là le seul exemple rencontré sur la lave de fumerolles renfermant du chlorure de fer.

3. *Fumerolles à chlorure d'ammonium seul.* — Sur cette lave se trouvaient, par contre, quelques groupes de fumerolles assez actives d'un autre genre[1]; leur température ne dépassait pas 200°C. et était généralement voisine de 100°. Elles étaient complètement dépourvues de soufre, mais donnaient d'assez abondantes sublimations de salmiac en cristaux petits, mais nets [a^2 (211) et rarement p (001)], incolores ou jaunâtres. Presque toutes dégageaient un peu d'eau, à réaction alcaline, dont la condensation a permis de mettre en évidence une petite quantité de carbonate d'ammonium, corps déjà constaté par Fouqué et Silvestri sur la lave de l'éruption de 1865.

La dissolution d'une dizaine de grammes de salmiac m'a permis d'y reconnaître une quantité notable de fluor, y existant probablement sous forme de fluosilicate alcalin ; c'est la première fois que ce corps, assez fréquent au Vésuve, est constaté dans les fumerolles de l'Etna.

L'origine profonde du chlorure d'ammonium de toutes ces fumerolles est incontestable. L'absence complète de végétation dans la région où s'est produite l'éruption élimine l'hypothèse d'une origine superficielle, qui est vraisemblable pour une partie des sels ammoniacaux des éruptions au cours des-

[1] Il semble résulter des observations de Silvestri que l'éruption de 1883, comparable par sa brièveté à celle qui m'occupe ici, a été, elle aussi, très pauvre en fumerolles.

[1] La plus active se trouvait au pied de la Serra Giannicola; elle est visible sur la figure 15 (p. 305).

quelles (1865) la lave s'est épanchée dans la région boisée du volcan. Cette origine profonde est confirmée encore par l'existence de ce même sel dans les cendres des explosions vulcaniennes du cratère.

Les observations qui précèdent sont conformes à celles qui ont été faites au cours de diverses éruptions de l'Etna (notamment en 1865) par Fouqué[1] et Silvestri[2], car, si la krémersite n'y avait jamais été signalée, il n'est pas douteux qu'elle ne se soit produite dans toutes les éruptions antérieures. Il semble que la production de chlorure d'ammonium dans les fumerolles à acide chlorhydrique, qui est si infime au Vésuve, soit, au contraire, constante et abondante dans ce type de fumerolles à l'Etna. On comprend dès lors pourquoi, dans sa classification des fumerolles, Silvestri[3], qui se préoccupait surtout du volcan sicilien, ait pris ce sel comme caractéristique de ce type de fumerolles, alors que Fouqué, qui considérait la question à un point de vue plus général, ne le regardait que comme accessoire et pouvant même manquer.

L'extrême brièveté de l'éruption explique que les fumerolles à chlorures alcalins, ne s'élevant que de la lave fluide, n'aient été que très mal représentées en 1908, et aussi qu'il ne s'y soit pas produit en quantité notable de carbonate sodique, si fréquent dans les grandes éruptions de l'Etna (c'est encore une particularité de ce volcan).

Enfin, il faut attribuer à la même cause l'absence de chlorure de cuivre et de son satellite habituel, la *ténorite* (et par suite de l'*atélite*, formée par l'attaque de celle-ci par l'acide chlorhydrique); ces minéraux, en effet, à l'Etna comme au Vésuve, n'apparaissent guère que dans les fumerolles ayant quelque durée.

4. *Pseudo-fumerolles sur les névés.* — Les produits de projection volcanique renferment toujours, en quantité plus ou moins grande, des sels solubles, qui ne sont généralement pas visibles directement, mais qui apparaissent, sous forme d'efflorescences, sur le sol desséché de tous les ruisselets irriguant les matériaux récents. Les névés avoisinant les bouches de sortie, en particulier la bouche effusive, mettaient en évidence le même fait d'une façon saisissante. Là où ils étaient recouverts seulement par une couche mince de scories et de lapilli, ceux-ci étaient, çà et là, teintés de blanc ou de jaune vif, déterminant ainsi des taches de couleur claire, qui donnaient de loin l'illusion d'une végétation.

Le mécanisme de la production de ces sels est facile à démêler. Les lapilli, chauffés par le soleil, déterminaient la lente fusion de la neige sous-jacente, à condition qu'ils fussent en couches très minces[4] : l'eau ainsi produite dissolvait les sels contenus dans les scories. La solution saline montait par capillarité dans celles-ci et venait s'évaporer sur leur face exposée à l'air. Les sels grimpaient aussi, comme cela a lieu si souvent sur les bords d'un cristallisoir contenant une solution saline saturée; ainsi se formaient des croûtes cristallines, essentiellement constituées par du chlorure de sodium, avec un peu de chlorures de potassium et d'ammonium et des sulfates correspondants : la couleur était due à un peu de chlorure de fer. Chaque fois que j'ai rencontré sur un petit fragment pierreux une croûte un peu plus épaisse que les voisines, j'ai pu constater que ce fragment était l'extrémité saillante d'un bloc plus ou moins gros, enseveli dans la neige.

Il s'agissait donc là d'une concentration secondaire de produits transportés par les explosions et comparables, par suite, comme origine, aux produits des fumerolles sans racine de la Montagne Pelée; mais le mécanisme de concentration y était tout à fait différent[5].

L'éruption de 1879 a permis à M. H. de Saussure de constater la production, à la surface de la neige, de dépôts de véritables fumerolles; il a vu sortir d'un névé de nombreux petits jets de gaz, provenant sans doute de fumerolles diffuses, cherchant un passage à travers la cendre sous-jacente. Elles produisaient sur la neige des dépôts riches en chlorure de fer, dont la nature minéralogique n'a pas été déterminée. Par places, la fusion de la neige était suffisamment intense pour délayer la cendre qui la recouvrait et former, de loin en loin, des plaques de boue acide.

III. — L'industrie de la neige a l'Etna.

Avant de terminer, puisque j'ai parlé à plusieurs reprises dans cet article de la neige de l'Etna, il

[1] Diverses lettres écrites de Sicile au cours de l'éruption et insérées dans les *Comptes rendus* en 1865, et Rapport sur les phénomènes chimiques de l'éruption de l'Etna en 1865. *Arch. Missions sc. et litt.*, 1866.

[2] *Atti Accad. Gioenia di Sc. nat. Catania*, 3e série, t. I, 1867, p. 53.

[3] Silvestri divisait les fumerolles à chlorure d'ammonium en deux types : *a*) acides, température moyenne 350°, riches en acides chlorhydrique, sulfureux, sulfhydrique, vapeur d'eau, etc.; ces fumerolles, contenant du chlorure de fer et de l'hématite, correspondent aux fumerolles chlorhydriques de Deville et Fouqué; *b*) alcalines, à température de 216° environ, riches en vapeur d'eau, acides sulfureux, sulfhydrique : ce sont les fumerolles alcalines de Fouqué.

[4] C'est à ce commencement de fusion qu'était due la couleur noir de suie des lapilli mouillés, visible sur la figure 25 (p. 312). Quand la couche de lapilli est épaisse, elle protège, au contraire, la neige contre l'action du soleil.

[5] A la Montagne Pelée, les matières accumulées dans les dépressions conservaient longtemps une haute température : les eaux pluviales, en pénétrant jusqu'à elles, étaient volatilisées et entraînaient ensuite les sels qui venaient se sublimer au voisinage de la surface.

me paraît utile de fournir quelques renseignements sur l'industrie à laquelle elle donne lieu et sur laquelle M. le Professeur Bucca a bien voulu me donner d'intéressantes indications. Tous ceux qui ont fait l'ascension du sommet de l'Etna ont gardé certainement le souvenir des théories de mulets, rencontrées dans les étroits sentiers de la montagne, mulets chargés de la denrée glacée, dont les Siciliens sont si friands.

Au XIe siècle, à la suite de sa conquête de la Sicile sur les Sarrasins, Roger de Normandie établit six évêchés dans l'île et les dota de riches possessions. A celui de Catane (devenu plus tard archevêché), il donna l'Etna, de la cime à la plaine, sur le versant regardant la ville; cette dotation était grevée de l'obligation de pourvoir en neige Catane. Dans la suite des temps, les terres cultivables de cette région devinrent peu à peu propriété des communes du Bois de la Montagne (Paterno, Biancavilla, Bronte, Randazzo, etc.). Mais l'archevêché resta propriétaire de la partie haute du volcan, au-dessus du Monte Salto del Cane (1.450 m), et à partir de la Montagnola, jusqu'à la Serra delle Concazze, y compris tout le Val del Bove.

C'est dans cette région que l'on exploite la neige qui s'accumule naturellement dans les barrancos, à partir de 1.500 mètres d'altitude; on appelle ceux-ci dans le pays des *tacche* (échancrures). L'exploitation, faite au bénéfice de l'archevêque de Catane, comporte trois séries d'opérations :

1° En octobre, des ouvriers vont nettoyer les *tacche*, enlever les grosses pierres éboulées, les feuilles et les ordures laissées par l'exploitation précédente[1].

2° En hiver, de novembre à février, la neige tombe et s'accumule dans les *tacche*. Au mois de mars, une troupe d'ouvriers (40 à 60 hommes) se met à l'œuvre et détermine tout d'abord l'épaisseur de la couche de neige, à l'aide de tiges de fer graduées. Seules sont exploitables les portions dont l'épaisseur atteint au moins 3 mètres : on les délimite à l'aide de tas de cendre, recueillie dans le voisinage. Cette opération préliminaire terminée, le véritable travail commence; il ne peut être effectué que pendant la nuit et doit être interrompu le jour, le soleil faisant fondre la surface de la neige et rendant la besogne difficile. Éclairés par la lune ou par la lueur de torches, les ouvriers recouvrent la surface exploitable d'un lit uniforme d'environ 0^m,30 de cendre, épaisseur qui est doublée sur les bords. Grâce à la faible conductibilité de la cendre, cette couverture est suffisante pour protéger la neige contre les futures ardeurs du soleil. La *tacca* est ainsi prête; on en aménage quatre ou cinq suivant le remplissage des barrancos.

L'entreprise de l'exploitation est faite d'ordinaire par adjudication ou de gré à gré avec l'archevêché 8 à 10.000 francs par an). L'adjudicataire est passible d'une amende de 10.000 francs, pour le cas où il laisserait Catane manquer de neige. Afin d'éviter ce péril, à redouter dans le cas d'hivers pauvres en neige ou d'étés très secs et prolongés, on prend deux précautions : 1° on prépare des tacche à haute altitude; on ne les exploite qu'en cas d'absolue nécessité, car leur travail est pénible et coûteux; 2° on accumule artificiellement, dans une grotte grande et profonde (*Casa delle neve*, située à 1.620 mètres d'altitude), une grande quantité de neige, recueillie dans le voisinage (Tacca Cesarella et Tacca la Lupa).

Fig. 1. — *Exploitation d'une tocca de neige.*

3° Quand il s'agit d'exploiter la neige, une fois l'été venu, on la débarrasse d'abord de sa couche superficielle de cendre; puis, à l'aide d'instruments de fer, que l'on enfonce jusqu'à une profondeur de 1^m,50, on la divise en un réseau rectangulaire régulier. Ce travail est effectué pendant la nuit; le lendemain, la neige fond légèrement sous l'action du soleil; l'eau résultante remplit les sillons qui viennent d'être creusés. Elle se solidifie pendant la nuit suivante; il est facile alors de débiter cette neige en blocs parallélipipédiques, superficiellement congelés. Ils sont enveloppés de feuilles de fougères et de châtaignier, mis en sacs et transportés, par paire, à dos de mulets (fig. 1), jusqu'à Nicolosi, d'où on les descend sur des chariots à Catane ou dans les villes voisines.

A. Lacroix,

Membre de l'Institut,
Professeur au Muséum national d'Histoire naturelle.

[1] La neige souillée d'impuretés est frappée d'une amende à son entrée à Catane.

REVUE ANNUELLE DE MÉDECINE

I. — Maladies du foie.

La pathologie hépatique a été, en ces derniers mois, l'objet d'un si grand nombre de travaux qu'elle mérite d'occuper presque exclusivement la revue de cette année.

§ 1. — Foie et rate.

La cellule hépatique a été étudiée à divers points de vue. Pour se rendre compte de ses altérations morbides, il fallait assurer les notions que nous avons d'elle à l'état normal. L'étude d'une cellule normale est toujours d'une extrême délicatesse. La plupart des cellules glandulaires sont d'une grande mutabilité pendant la vie; les maladies en augmentent beaucoup la fragilité. Après la mort, elles s'abîment et l'on ne peut plus faire état des altérations qu'elles présentent. Il faudrait les étudier au milieu des humeurs normales, chose impossible puisque celles-ci courent les mêmes risques d'instabilité. On tourne la difficulté en les considérant dans un milieu fixe, approchant le plus possible du sérum normal, ou bien en s'efforçant de les fixer dans l'état où elles sont au moment défini où l'on veut les examiner. Le fixateur idéal serait celui qui conserverait à la cellule son intégrité à l'instant où il agirait. L'histologie dispose de réactifs qui remplissent plus ou moins complètement ces conditions.

Avant d'étudier certains états pathologiques des cellules hépatiques, Noël Fiessinger a repris l'étude de la cellule normale. Celle-ci a un cytoplasma clair, parcouru par un fin réticulum formé de petites granulations, avec un noyau simple ou double, à peu près central. Dans ce noyau est un suc nucléaire, à réaction colorée basophile, dans lequel se pelotonne un fil de chromatine, et semé de grains, dont l'un, plus volumineux que les autres, constitue le nucléole, à réaction colorée acidophile.

M. Fiessinger insiste sur ce point que la cellule hépatique est normalement claire. Elle ne prend l'aspect granuleux, en même temps que sa réaction acidophile, qu'après la mort. Aussi décrit-il trois stades de la dégénérescence cellulaire. Le premier est caractérisé par une condensation granuleuse acidophile du protoplasma, une légère atrophie de la cellule, un épaississement de la charpente cytoplasmique, une multiplication des granulations, qui deviennent inégales et forment même de grosses granulations polycycliques. Le noyau semble normal. Le second stade est marqué par une dégénérescence atrophique granuleuse avec lésions du noyau. La cellule prend un aspect étoilé, dû à son atrophie progressive. Le noyau présente une affinité colorante fort grande; il forme un bloc coloré. Dans le troisième stade, la cellule s'emplit de vacuoles claires non graisseuses et de granulations graisseuses. Le cytoplasma devient amorphe. Le noyau tend à se dissoudre. La cellule s'effile, n'est plus qu'une ligne et peut alors passer pour une cellule interstitielle. L'affinité colorante devient indifférente. Le protoplasma n'est plus acidophile : la basophilie du noyau diffuse dans toute la cellule.

Si les causes de ces dégénérescences cellulaires ne sont pas trop brutales, des cellules du foie voisines s'hypertrophient et l'on y voit apparaître les figures de karyokinèse qui indiquent une régénération du tissu.

La solution isotonique de chlorure de sodium respecte l'équilibre des tensions osmotiques intra- et extra-cellulaires. L. Launoy, en y maintenant la cellule du foie à la température ordinaire, a observé la conservation prolongée de ses caractères morphologiques et la stabilité de la chromatine de son noyau.

Mais les solutions chlorurées hyper- ou hypotoniques altèrent plus ou moins rapidement la cellule, et, selon les recherches d'Achard et Paisseau, ces altérations varient suivant la concentration du sel. N. Fiessinger, expérimentant avec des produits toxiques, a vu qu'il fallait ici tenir compte non seulement de l'action du poison même, mais de la tonicité de sa solution. Le phosphore, poison pourtant redoutable pour la cellule hépatique, ne détermine de lésions qu'une heure après son injection dans la veine porte, s'il est dissous dans l'huile. La toluylène-diamine est, au contraire, très rapidement hépatolytique. N. Fiessinger semble attribuer cette nocivité rapide à l'osmose. Il a essayé l'action de l'alcool, du chloroforme, du sublimé, du sérum d'anguille, du sérum hémolytique, et obtenu par diverses voies des dégénérescences cellulaires considérables. Les mêmes résultats suivent les injections intra-portales de cultures microbiennes d'Eberth et de Gaertner. La fragilité de la cellule hépatique vis-à-vis des toxiques et des toxines est ainsi établie. Mais N. Fiessinger insiste sur son inégale fragilité. Les cellules périphériques du lobule sont les plus altérées; puis ce sont les cellules centro-lobulaires, mais, une fois atteintes, celles-ci dégénèrent plus vite.

Nous avons vu que, pour Fiessinger, la cellule hépatique normale possède un protoplasma clair. Or, d'autres auteurs ont décrit, au cours d'états pathologiques divers, l'état clair de la cellule hépa-

tique; Léon Bernard et Læderich l'ont rencontré constamment dans leurs expériences sur la suppression incomplète des fonctions rénales.

La description qu'en font ces auteurs est exactement celle que donne Fiessinger de l'état normal d'une cellule hépatique. Ils disent même qu'à un fort grossissement « on reconnaît de suite qu'il ne s'agit pas là d'un processus de destruction ». Pour eux, ce n'est pas une lésion dégénérative. L'état clair tiendrait à une surcharge de glycogène. Aussi concluent-ils que la suppression urinaire « brusque et complète » provoque constamment la disparition du glycogène et l'insuffisance du foie, tandis que, « incomplète », cette suppression entraîne la surcharge glycogénique. Ce dernier fait n'a pas été vérifié par les recherches très récentes de A. Ribot. En outre, Gilbert et Jomier, tout en reconnaissant l'état clair du protoplasma des cellules hépatiques normales, ne le tiennent pas pour lié nécessairement à la surcharge glycogénique.

Les résultats précédents ont été discutés par Rathery, Mayer et Schaeffer. Ces auteurs ont apporté certaines des raisons du désaccord qui règne entre les observateurs sur l'état clair de la cellule hépatique normale. Ils ont pu, en variant leur technique, obtenir, par certains fixateurs et colorants, une cellule hépatique normale « bourrée de granulations ». Ces granulations prennent parfois l'aspect de bâtonnets. Certaines cellules sont particulièrement riches en grains volumineux. L'altération cadavérique provoque la conversion de ces granulations en autant de cavités régulières, incolores, de sorte que le protoplasma prend un aspect criblé remarquable. Rathery prouve que l'aspect granuleux, conforme à la conception structurale cellulaire d'Altmann, est dû au fixateur et non au colorant. Comparant, en effet, dans un petit cube de foie, les cellules périphériques qui ont subi l'action directe du fixateur avec les cellules centrales qui ont été imprégnées moins vivement, il vit que les périphériques étaient granuleuses et que les centrales avaient l'aspect clair. Il repousse donc l'état clair comme étant l'expression exclusive de l'aspect normal de la cellule hépatique.

L. Launoy, poursuivant des recherches sur l'autolyse aseptique du foie, a observé les mêmes différences d'aspect selon la nature du fixateur employé, la cellule, suivant le cas, se présentant à l'état clair ou granuleux. Son étude de la désintégration spontanée, à l'abri des microbes, de la cellule hépatique maintenue dans une solution chlorurée, isotonique, lui a montré que les cellules laissent passer dans le milieu ambiant le glucose, les sels, les pigments et les substances protéiques coagulables par la chaleur ; que les altérations cellulaires précoces consistent : en la disparition du glycogène par fonte lente des plasmosomes, fines granulations presque exclusivement réparties autour du noyau, et en une accentuation du reticulum cytoplasmique avec élargissement de ses mailles. Pendant tout ce temps, le noyau reste intact. Puis les altérations tardives surviennent vers la vingtième ou vingt-quatrième heure. Elles sont « véritablement l'expression de la nécrose autolytique ». Elles éclatent brusquement à la fois dans le cytoplasma, où apparaissent des corps myéliniques, et dans le noyau, qui devient plus vivement colorable, puis se transforme en un bloc homogène et finit par ne plus prendre la couleur.

Ce sont les réactions de la cellule hépatique vis-à-vis des agents infectieux, parasitaires ou toxiques, qui dominent toute la pathologie de l'organe. Ces réactions varient suivant les cas ; et, dans les formes chroniques des maladies, elles sont très difficiles à suivre. Dans les hépatites chroniques qui constituent le groupe si complexe des cirrhoses, on n'est même pas renseigné avec certitude sur le rôle de la cellule du foie. Selon les uns, elle serait altérée consécutivement à la prolifération anormale du tissu conjonctif ; selon les autres, l'altération cellulaire précéderait la sclérose conjonctive. Des raisons très sérieuses militent en faveur de cette dernière théorie. Les récents travaux de E. Géraudel sur les lésions initiales dans l'hépatite chronique donnent, cependant, la sclérose hépatique comme dérivant d'un processus autochtone. Ce serait, au début, un dépôt de substance fibrillaire autour des capillaires. Cette formation serait analogue à la dégénérescence amyloïde. Le dépôt atrophierait peu à peu le trabécule hépatique et finirait par effacer le capillaire hépatique intertrabéculaire. Dans ces scléroses, Géraudel a trouvé constamment des îlots d'hyperplasie parenchymateuse. Très considérable dans les cirrhoses hypertrophiques, cette hyperplasie serait très limitée dans les cirrhoses atrophiques. Le foie cirrhotique tire les modalités de son aspect des proportions variables du tissu scléreux et du tissu hyperplasique. Il n'y aurait donc plus lieu, d'après Géraudel, de faire les distinctions anatomiques anciennes de cirrhoses veineuse, artérielle, biliaire et lymphatique.

Souvent, les cirrhoses sont dues à une intoxication. La plus répandue de toutes, la cirrhose alcoolique, en est l'exemple le plus typique. Fiessinger a pu déterminer, au moyen du chloroforme, une intoxication expérimentale chez le lapin, aboutissant en quatorze mois à une cirrhose très accusée et donnant au foie l'aspect macroscopique du foie clouté. L'intérêt de son travail réside dans ce fait qu'il a poursuivi les étapes du processus morbide au moyen de prises aseptiques de particules hépa-

tiques au cours de la vie. Il arrive à cette conclusion, dont nous parlions plus haut, que le parenchyme hépatique est atteint le premier et que la lésion cellulaire précède la lésion interstitielle. C'est un fait commun que, dans les cirrhoses du foie, la rate présente des altérations importantes. Dans la cirrhose chloroformique, la rate a été trouvée très grosse. La rate, organe hématopoïétique, subit comme le sang l'influence du trouble hépatique. Et le sang, étudié, chez les cirrhotiques, par A. Gilbert et Chiray, a montré une diminution totale de l'albumine. Normalement, le taux albumineux du sérum est voisin de 72 °/₀; dans la cirrhose hépatique, il tombe à 66 °/₀.

La réunion dans un même syndrome de troubles du foie, de la rate et du sang a été l'origine d'observations très curieuses. Jadis Hayem avait groupé sous le nom d'ictère chronique splénomégalique divers éléments morbides caractérisés par l'ictère, l'anémie, la splénomégalie et une hypertrophie plus ou moins accusée du foie.

Plus tard, on pensa que cette affection était une manifestation de l'hérédo-syphilis. Léon Bernard a publié un cas d'ictère splénomégalique où la syphilis eut un rôle certain.

Deux des sujets qui avaient servi à la description ancienne de Hayem ont été observés de nouveau par lui au point de vue de l'état de leur sang. Il constata chez eux une diminution de la résistance globulaire, une tendance à la destruction des hématies. L'hémolyse est une des conséquences connues de l'ictère. Mais Hayem, remarquant que, d'une part, des hémolyses très accentuées peuvent ne pas déterminer d'ictère et que, d'autre part, certaines formes d'anémie pernicieuse avec ictère acholurique ne coïncident pas avec la fragilité globulaire, proposa de faire une catégorie spéciale d'ictères sous le nom d'ictères hémolytiques.

Ce fut là le point de départ d'études très importantes et approfondies par Chauffard, Widal, Abrami, Brulé, Vaquez, Giroux, etc.

D'ordinaire, la jaunisse est due à la résorption des principes colorants de la bile. Cette résorption a lieu quand le cours de bile est intercepté ou tout au moins gêné, comme il arrive, par exemple, quand un calcul obstrue les voies biliaires ou qu'une tumeur les comprime; mais elle peut aussi coïncider avec la perméabilité des voies biliaires, quand la consistance, l'écoulement et la constitution de la bile ont été modifiés. D'où plusieurs variétés d'ictère.

Parmi ces conditions diverses, modificatrices de la bile, il en est une qui est réalisée par la destruction excessive des globules rouges du sang. Le sang réagit nécessairement sur les qualités de la bile. Qu'est-ce que celle-ci, sinon du sang chargé de matières alimentaires assimilables et traité par la cellule hépatique?

Chauffard a donné des ictères hémolytiques les caractères suivants : fragilité globulaire, microcytémie, hématies granuleuses. On les observe soit dans l'ictère congénital hémolytique de Chauffard, soit dans l'ictère hémolytique acquis de Widal, Abrami et Brûlé, soit dans l'ictère chronique splénomégalique de Hayem, soit encore dans certaines formes d'anémie pernicieuse avec fragilité globulaire. Suivant les descriptions des auteurs précédents, ces ictères hémolytiques revêtent des formes cliniques variables. L'ictère est généralisé, plus ou moins accusé, soumis à des variations et à l'influence d'une émotion ou d'une fatigue. Il varie avec les phénomènes de déglobulisation. Cet ictère ne s'accompagne ni de décoloration des selles, ni de passage de pigments biliaires dans l'urine : il est acholurique.

Le foie lui-même ne semble pas modifié. La rate, au contraire, est le plus souvent grosse. L'ictère hémolytique congénital s'observe sur divers membres d'une famille et frappe des générations successives. Il est, en effet, compatible avec une longue survie et avec une vie active.

L'ictère hémolytique acquis semble atteindre de préférence la femme et suivre des troubles intestinaux ou des hémorragies. Il est parfois consécutif à un véritable ictère d'origine biliaire.

Dans ces états, l'anémie est constante, souvent très accusée. Elle présente des caractères spéciaux. Le nombre des globules et la richesse en hémoglobine sont diminués dans de faibles proportions et les indices de la réparation sanguine sont nombreux et frappants : ce sont la chromatophilie des hématies, l'inégalité de leurs dimensions, appelée *anisocytose*, la fréquence des éléments myéloïdes et l'abondance des hématies granuleuses. Chez ces malades, l'équilibre entre la destruction et la régénération du sang se maintient plus ou moins bien et règle les modalités cliniques.

Pour avoir une idée du degré de la fragilité des globules dans les ictères hémolytiques, Chauffard, Vaquez ont essayé la résistance du sang vis-à-vis des solutions salines hypotoniques. Normalement, l'hémolyse commence quand la solution chlorurée sodique est de 4,2 à 4,8 °/₀₀, c'est-à-dire assez fortement hypotonique. Chauffard, dans certaines observations d'hémolytiques, observa son début dès que la solution atteignait 6 °/₀₀. Au moyen d'un procédé simple, en débarrassant les hématies de leur plasma, par décantation, Widal, Abrami et Brulé obtinrent un commencement de destruction globulaire avec des solutions chlorurées à 8 °/₀₀. Dans certains cas mêmes, l'hémolyse se produit dans des milieux isotoniques.

Le phénomène de début de l'altération sanguine semble être marqué par l'apparition des hématies granuleuses. Chauffard et Fiessinger ont montré que c'est là une réaction, un indice d'une rénovation sanguine anormale. Des techniques de coloration sur lesquelles nous ne pouvons insister révèlent ces modifications des hématies. A ces caractères, Widal, Abrami et Brulé ont ajouté celui de l'auto-agglutination des globules : les hématies sont agglutinées par leur propre sérum.

Minkowski, Chauffard font jouer à la rate le rôle prépondérant. Pour Widal, Abrami et Brulé, les lésions spléniques ne seraient que secondaires. L'hypertrophie de la rate serait la conséquence de l'activité excessive qui lui est imposée. Le foie lui-même n'aurait qu'un rôle passif : la bile serait plus richement colorée à cause de l'élimination plus grande des déchets provenant de la destruction des globules.

Quant à la fragilité globulaire, qui domine tout ce processus, on ne sait à quoi elle est due, car on ne trouve souvent chez ces sujets ni infection antérieure, ni parasitisme. Ce sont les phénomènes toxiques qui semblent prévaloir, parce qu'on connaît des faits expérimentaux, comme l'intoxication par la toluylène-diamine, qui s'accompagnent d'une hémolyse considérable.

§ 2. — Bile et voies biliaires.

L'étude des infections biliaires, de la lithiase biliaire et de leur traitement a été, depuis vingt-cinq ans, l'objet de progrès continus.

On sait aujourd'hui que la bile, dans la plupart des états infectieux, peut contenir des microbes, soit spécifiques de l'état correspondant, soit associés. Baldwin a ajouté une page intéressante à ces travaux en considérant les modifications de la bile au cours de certaines infections. S'appuyant sur ce que la cholestérine de la bile vient en majeure partie de la dégénérescence des épithéliums vésiculaire et biliaire, l'auteur américain fait de la lithiase une maladie locale des voies biliaires, plutôt qu'une maladie constitutionnelle. Rappelons que c'était là une affirmation déjà presque aussi ferme sous la plume de Besnier en 1864.

Baldwin, sur 225 échantillons de bile, en a trouvé 72 d'une composition anormale en cholestérine et en calcium, bien qu'il n'y eût aucun phénomène hépatique ou biliaire. Dans la cholécystite au début, la proportion de cholestérine est un peu plus forte. Celle-ci augmente beaucoup quand l'évacuation de la bile est gênée et que les déchets épithéliaux sont abondants. L'excès de cholestérine ne se dissout pas dans la bile : il y est à l'état de suspension. Une ébauche de cholécystite est fréquente dans la fièvre typhoïde, la pneumonie, les suppurations. Il y a dans ces états une desquamation épithéliale plus accentuée, et parfois des lésions inflammatoires de la vésicule. Si la bile coule bien, tout finit par guérir; s'il y a rétention plus ou moins marquée, la cholestérine se précipite et sert de point de départ aux calculs. La précipitation de la cholestérine est donc une conséquence de la présence des agents infectieux.

D'autres auteurs sont arrivés par d'autres voies à la même conclusion finale. C'est ainsi qu'Exner et Hejrovsky ont établi que les sels biliaires sont rapidement décomposés par les agents infectieux, surtout par le bacille typhique et le colibacille. Les microbes, au contraire, ont peu d'action sur les savons et les acides gras. Ces savons sont, d'ailleurs, moins abondants dans la bile qu'on ne l'admet généralement. Exner et Hejrovsky mettent donc la précipitation de la cholestérine et sa conséquence, la formation des calculs, sur le compte de la diminution de la teneur de la bile en sels biliaires.

Quant aux calculs, depuis longtemps on connaît leur flore microbienne. Des recherches récentes de Gilbert et Lippmann ont complété ces notions, en y ajoutant un certain nombre d'anaérobies. En effet, sur 16 calculs biliaires examinés au point de vue bactériologique, ils ont trouvé 7 fois des microbes aérobies et surtout du colibacille, et 13 fois sur 16 des microbes anaérobies d'espèces variées. Les calculs biliaires contenant des microbes s'observent dans la proportion de 82 %.

Jadis, on croyait que les microbes remontaient de l'intestin le long des voies normales de la bile jusqu'à la vésicule ou au foie. Quand, en 1892, je tentai de différencier les voies que suivent les divers microbes pour gagner les canalicules biliaires et le lobule hépatique et que j'indiquai la voie sanguine comme une de leurs voies importantes, je rencontrai beaucoup d'objections; on était alors à la voie ascendante presque exclusive. Aujourd'hui, après les travaux allemands surtout, la voie sanguine réunit des partisans plus nombreux.

Lemierre et Abrami ont démontré le passage facile du bacille d'Eberth du sang dans les voies biliaires. Ces expérimentateurs ont injecté une émulsion du bacille d'Eberth dans la veine marginale de l'oreille du lapin. Très tôt après cette injection la bile contient le bacille, mais celui-ci disparaîtrait au bout de six jours de la vésicule. Ce fait est curieux, parce qu'il est reconnu que l'Eberth est susceptible de persister très longtemps dans la vésicule. Dès les premiers jours, la couleur et la consistance de la bile se modifient. Elle prend un aspect purulent. En même temps, les parois de la vésicule s'altèrent. Enfin, les lésions se réparent. Lemierre et Abrami tendent à admettre que le bacille est amené dans l'intestin par la bile. Ils

n'ont pu obtenir d'infection ascendante par la contamination alimentaire des animaux en expérience. Ils pensent que l'infection biliaire se fait presque exclusivement par la voie sanguine, surtout dans les infections intenses. Ce même mécanisme d'infection descendante peut être appliqué à d'autres microbes variés. Au premier rang de ceux-ci, je crois qu'il faut placer le pneumocoque.

L'examen bactériologique du sang est d'une utilité incontestable au cours des infections biliaires. Il sert à préciser la nature de l'affection. Une belle démonstration en a été donnée par Roger et Demanche. Dans un cas de cholécystite très grave (mais qui finit par guérir), survenue chez une jeune femme à la suite de coliques hépatiques, ces auteurs ont tiré du sang un bacille du groupe paratyphique B. Une culture de ce bacille était agglutinée rapidement par le sérum de la malade, même à très faible dilution, au 1/1000e. A 1/500e, ce sérum agglutinait trois échantillons différents du bacille paratyphique B, mais n'agglutinait ni l'Eberth vrai, ni le paratyphique A.

Dans des inoculations de contrôle, Roger et Demanche ont pu déterminer des angiocholites et des cholécystites suppurées par l'injection directe dans les voies biliaires de ce paratyphique B. Injecté dans les veines périphériques, il produisit des abcès microscopiques du foie, mais d'une façon inconstante, dans la moitié des cas environ. Injecté dans la veine porte, il fit des abcès miliaires hépatiques et de la cholécystite suppurée.

Infections aiguës, infections larvées, lithiase, les microbes peuvent les déterminer. Quelquefois même, des phénomènes plus singuliers peuvent suivre leur invasion. C'est ainsi que Pende a publié récemment deux cas de cholécystite accompagnée de la présence de gaz dans la vésicule. Dans l'un, le pneumocholécyste était dû à la communication de l'intestin avec la vésicule, consécutivement à une perforation de cette dernière; dans l'autre, l'infection était purement gazogène, due au *B. perfringens* associé au coli bacille et au staphylocoque. Le diagnostic clinique avait été possible grâce à un tympanisme excessif de la région vésiculaire.

Non seulement la lithiase et ses complications retentissent sur le foie, mais encore elles peuvent avoir une répercussion sur le pancréas. W. Mayo, l'un des chirurgiens les plus actifs et le mieux organisés des États-Unis, a signalé que, sur 2.200 opérations sur les voies biliaires, 141 fois il avait trouvé le pancréas atteint. Sur 100 affections pancréatiques, 81 furent reconnues consécutives à la lithiase biliaire. La coïncidence de la pancréatite est plus grande avec les affections du canal cholédoque et du canal hépatique qu'avec celles de la vésicule. Très rarement le pancréas entier est altéré; presque toujours la tête seule est lésée.

A propos de la stéato-nécrose, Mayo ajoute qu'elle ne se produit que par addition au suc pancréatique normal de ferments venus de la bile ou de la muqueuse duodénale. La lithiase biliaire détermine surtout la forme interlobulaire de la pancréatite interstitielle.

Aujourd'hui, le traitement chirurgical a pris dans la thérapeutique de la lithiase une part presque prépondérante. Pour peu qu'elle se complique ou menace de causer une obstruction chronique, c'est à la chirurgie qu'il faut recourir. Mais, s'il est dans la plupart des cas aisé de libérer la vésicule, il n'en est plus de même des voies elles-mêmes, des canaux d'excrétion de la bile hors du foie. Ceux-ci se composent essentiellement d'abord d'un tronc unique qui recueille toute la bile qui lui est amenée des parties profondes du foie; ce tronc est dû ordinairement à la confluence de deux branches qui se soudent très près du hile de l'organe et constituent le canal hépatique. Il se bifurque plus loin en deux canaux, dont l'un, le cystique, se renfle en un cul-de-sac pyriforme qui est la vésicule, et dont l'autre se rend à l'intestin sous le nom de cholédoque. On peut observer l'enclavement d'un calcul en chacun des points de ce système de canaux; et, comme l'opération a pour but d'enlever ce calcul, le chirurgien est obligé de se rendre un compte exact de la disposition et de la situation de ces canaux : ce qui est pratiquement fort malaisé au fond d'un champ opératoire profond et limité. Bien des mécomptes ont eu leur cause dans la variabilité anatomique des voies biliaires : aussi a-t-on cherché à en mieux définir la disposition anatomique. Le très instructif travail de Ruge concerne cette recherche. Sur 43 sujets, Ruge a observé quinze fois la convergence à angle aigu de l'hépatique et du cystique, neuf fois un véritable accolement de l'hépatique et du cystique; seize fois, il a vu le cystique former une longue spire autour de l'hépatique, avec adhérences fréquentes des deux conduits entre eux; trois fois, il a trouvé le confluent des deux canaux dans le pancréas même; une fois, le canal cystique était double; trois fois, le canal hépatique naissait par trois branches. Le cholédoque est constamment en rapport avec le tissu pancréatique : ce rapport n'a manqué que deux fois dans la série d'observations de Ruge. Je n'ai cité ces variétés que pour rendre compte de la difficulté qu'éprouve le chirurgien à explorer les voies biliaires, quand leur cathétérisme est nécessaire.

D'ailleurs, malgré les apparences, la vésicule elle-même, souvent si abordable, donne lieu à des surprises singulières. Elle peut être masquée, ou bien prendre un développement extraordinaire, tomber dans la fosse iliaque, simuler une affection

appendiculaire, etc. Lowie a récemment observé un déplacement rare du cholécyste. Une tumeur était apparue avec les signes cliniques d'un rein kystique ou néoplasique. Le champ opératoire fut donc choisi, non à l'hypochondre, mais à la région lombaire. Au cours de l'opération, on s'aperçut qu'il s'agissait, au lieu d'un rein, de la vésicule biliaire très développée et attirant en arrière le foie lui-même. Ce développement de la vésicule tenait à une obstruction du canal cystique par un calcul enclavé, et, comme les canaux hépatique et cholédoque étaient tout à fait libres, cela explique qu'il n'y eut point de décoloration des fèces, ni le moindre phénomène clinique hépatique.

Les difficultés sont encore très grandes quand, à des signes d'inflammation de la vésicule, viennent se mêler des symptômes appendiculaires. Thévenin a étudié ces cas complexes. Il a vu, au cours de l'entérocolite et de la fièvre typhoïde, la vésicule et l'appendice lésés à la fois ou l'un après l'autre. Généralement le point de départ est vésiculaire, et de proche en proche l'infection devient péricholécystique, sous-hépatique, puis appendiculaire. Mais, dans ces cas, les lenteurs et embarras du diagnostic sont peu compromettants, car il est préférable souvent de ne pas intervenir trop hâtivement.

Avant d'en finir avec cette question médico-chirurgicale de la lithiase biliaire, indiquons les résultats thérapeutiques qu'a rassemblés Gosset dans un très intéressant et original mémoire de technique chirurgicale sur « la cholédocotomie avec drainage de l'hépatique dans la lithiase des voies biliaires principales ». Groupant les statistiques de seize chirurgiens : Kehr, Mayo, Mayo Robson, Czerny, Poppert, Körte, Bramann, Garré, Kunmel, Kocher, Terrier, Quénu, Lejars, Hartmann, Pauchet, Gosset, il obtient un total de 1.124 observations d'opérations pratiquées dans la lithiase des canaux biliaires. Elles donnèrent lieu à une mortalité de 12,56 %. Et celle-ci est due surtout à l'infection, à la myocardite, à des complications pulmonaires et à l'hémorragie.

§ 3. — Kystes hydatiques.

On sait que cette affection est due au développement dans l'organisme des embryons du *Tænia Echinococcus*, hôte parasite de l'intestin du chien, où il vit à l'état adulte. A l'état larvaire, il forme une vésicule, dont le bourgeonnement intérieur produit d'autres vésicules secondaires, qui occupent la cavité de la vésicule primitive, dite vésicule-mère. Et c'est à cet état qu'il vit chez un grand nombre d'animaux domestiques : mouton, chèvre, bœuf, chameau, lapin, rat, porc, cheval, etc., et aussi chez l'homme. Quant un anneau mûr de ce tænia a quitté l'intestin du chien et que l'un des œufs qu'il contenait arrive, véhiculé par un produit alimentaire quelconque (légumes crus, salade), dans l'estomac de l'homme, le suc gastrique dissout la coque de l'œuf et met l'embryon en liberté. F. Devé, qui a fait une longue série de très belles études sur l'échinococcose, a récemment montré que l'inoculation directe, dans le tissu cellulaire sous-cutané, d'anneaux mûrs de *T. Echinococcus* permet à l'embryon hexacanthe de produire, au point même de l'inoculation, une vésicule hydatique. Ainsi ces anneaux n'ont même pas besoin d'être attaqués par les sucs digestifs pour mettre les embryons en liberté dans l'organisme.

C'est le foie qui est le siège le plus fréquent de l'hydatide. Une fois l'embryon fixé dans son parenchyme, il s'enkyste et le développement de la vésicule se poursuit. Elle refoule de toutes parts les cellules hépatiques voisines : aussi voit-on toujours, à la périphérie des kystes hydatiques, un étirement, une lamellification des trabécules, qui peut aller jusqu'à l'atrophie et à la disparition complète des cellules hépatiques. En même temps, une hypertrophie compensatrice s'observe dans les portions saines de l'organe, comme l'a signalé jadis Zadoc Kahn dans son étude sur la régénération du foie. Cranwell a attiré l'attention sur la sclérose hépatique consécutive à l'intervention sur le kyste; mais cette sclérose se développe même avant tout acte opératoire. Si elle est trop considérable et multipliée sur divers points, elle peut aboutir à l'insuffisance hépatique par une véritable cirrhose atrophique. Cranwell attribue cette sclérose à l'influence des toxines émanées des hydatides, à la suite de fissures survenues dans les kystes.

Les observations de Cranwell, parmi lesquelles on remarque un cas rare de kyste hydatique de la face convexe du foie avec saillie dans la cavité thoracique et rupture avec généralisation péritonéale, confirment ce que nous savions sur les causes du semis hydatique dans le péritoine. Ses constatations sont précieuses, étant faites dans un pays qui, comme l'Argentine, est favorable, par l'abondance de ses élevages de moutons, à l'étude biologique et thérapeutique du *T. Echinococcus*. Rapportons à ce dernier propos les résultats de sa statistique chirurgicale. L'opération lui a donné sur 98 cas 38 morts, 34 guérisons et 26 résultats douteux dans la péritonite échinococcique.

Le kyste hydatique, représenté par un être vivant, n'a aucune raison, pendant son développement normal, d'être envahi par la suppuration. Mais à un certain moment, soit que le parasite souffre, soit qu'un incident mécanique survienne, la vésicule, petite ou grosse, peu importe, se fissure. Le kyste ne se rompt pas, s'il ne trouve une communication éventuelle avec une cavité ou un conduit quel-

conque; mais, dès lors, il devient susceptible de recevoir une contamination infectieuse du fait des agents pathogènes en circulation presque constante dans l'organisme de l'hôte. C'est pourquoi il est fréquent de trouver dans le pus provenant d'un kyste hydatique suppuré une flore microbienne variée. Quelquefois même, il se forme dans le kyste non seulement du pus, mais du gaz. C'est ainsi que M. Garnier a trouvé récemment dans un kyste suppuré et gazeux un microbe jusqu'ici inconnu. Il forme un bâtonnet renflé, des agglomérats de petites masses disposées en groupes rayonnants. Dans les cultures, ce microbe se développe en grains soudés en chapelets, d'où le nom proposé par Garnier de *B. moniliformis*. Ce bacille, inoculé aux animaux, les tue lentement, en provoquant une diarrhée chronique.

Il est souvent difficile de découvrir un kyste hydatique, quand il est peu développé, enfoui dans la masse d'un organe ou hors d'atteinte de l'exploration clinique. Jadis, quand on soupçonnait une tumeur de ce genre, on recourait à la ponction avec un trocart aspirateur. Mais il est aujourd'hui démontré que cette pratique est dangereuse, même avec un trocart très fin, qu'elle peut être suivie de l'inoculation dans les régions voisines, et principalement d'un véritable semis miliaire dans le péritoine, quand il s'agit d'un kyste du foie. Aussi a-t-on accueilli avec une grande faveur la notion de l'éosinophilie concomitante des kystes hydatiques. Le sang, chez les porteurs d'échinocoques, contient des cellules blanches, dont l'aspect et surtout les réactions chromatiques sont caractéristiques; ce sont les leucocytes éosinophiles. Malheureusement, ce phénomène ne peut encore être tenu pour constant et il peut se produire dans des cas où le *T. Echinococcus* n'est pas en cause. Néanmoins, il était fort important à contrôler et à étudier.

Pour Wagner, l'éosinophilie progresserait au fur et à mesure que le kyste vieillit. Il a observé un kyste septique du foie, rompu dans les voies bronchiques, où les éosinophiles sont progressivement montés de 2 °/₀ à 37 °/₀, et un mois après à 64 °/₀. La rupture du kyste augmente l'éosinophilie dans de notables proportions. Dans un cas de Sabrazès, de 2 °/₀ elle atteignit 9 °/₀ au moment de la rupture.

L'éosinophilie est presque nulle quand la poche du kyste est intacte. Elle semble proportionnelle à la suppuration. Wagner insiste sur la faible éosinophilie que peuvent provoquer des médicaments comme l'antipyrine, la phénacétine, le camphre, etc. D'où le précepte de ne faire cette recherche que chez des sujets qui ne sont soumis à aucune médication. Rossello a fait des constatations analogues. Il évalue à 4 °/₀ en moyenne l'éosinophilie dans le cas d'hydatide vivante.

D'autre part, Boidin et Fiessinger ont recherché les causes de la production des cellules éosinophiles dans la maladie hydatique. Dans la paroi d'un kyste du foie, ils ont trouvé les éosinophiles qui avaient déjà été signalés par Chauffard et Boidin. Ils sont à noyau unique, condensé et d'une coloration intense. Ils se trouvent parmi des cellules embryonnaires agminées dans la paroi kystique. Les auteurs pensent que les éosinophiles proviennent de ces amas et se chargent de granulations. Les éosinophiles ont manqué dans un autre kyste, qui n'avait pas donné lieu à l'éosinophilie sanguine. Dans ce cas, la paroi kystique était très sclérosée. Son imperméabilité relative s'opposait peut-être à l'éosinophilie.

Boidin et Fiessinger pensent que les toxines filtrant à travers la paroi attirent là des leucocytes qui se transforment en éosinophiles. Si ceux-ci sont nombreux, ils sont charriés dans la circulation générale. L'éosinophilie serait donc proportionnelle à la toxicité du liquide et à la perméabilité de la poche kystique.

Dans un autre ordre d'idées, on s'est aussi adressé à l'étude du sérum pour arriver au diagnostic de l'échinococcose. Des méthodes de laboratoire permettent, en effet, de rechercher dans le sérum la présence d'anticorps. Appliquée par Weinberg au diagnostic de la maladie hydatique, cette méthode a donné des résultats positifs, jusqu'ici satisfaisants, dans plusieurs essais concernant tant l'homme que les animaux (mouton, chameau).

II. — Hystérie.

La confusion qui n'a cessé de régner dans les conceptions diverses de l'hystérie appelait une discussion générale, propre à ramener le sujet dans des limites plus raisonnables. On finissait, en vérité, par donner à ces états hystériques une extravagante extension. La discussion qu'a entreprise la Société de Neurologie en avril dernier fut à tous points de vue profitable. Nous lui devons surtout la mise en lumière des travaux de M. Babinski, qui, en montrant la division et l'égarement des idées courantes, avait soumis les phénomènes dits hystériques à une critique sévère et abouti à une revision sage.

M. Dupré fut chargé de présenter un programme de discussion. La Société, presque unanimement, admit qu'une catégorie très importante de troubles hystériques, tels que les paralysies et contractures, les anesthésies et hyperesthésies, des perturbations des sens, du langage, des phénomènes viscéraux mêmes étaient capables soit d'être reproduits fidèlement, soit de disparaître par la suggestion. A vrai dire, la plupart de ces manifestations ne comportaient pas, pour l'observateur impartial, de carac-

tères de certitude. Parmi elles, une de celles qui peuvent le plus facilement tomber sous le contrôle, c'est la contracture. Que celle-ci soit volontaire ou non, on peut, en effet, toujours la constater : or, la contracture hystérique se résout pendant le sommeil réel.

Les stigmates hystériques consistent : en l'abolition de la sensibilité cutanée et des organes des sens d'un seul côté du corps (hémianesthésie sensitivo-sensorielle); dans le rétrécissement du champ visuel; dans le fait paradoxal de plusieurs images d'un même objet en le fixant avec un seul œil (polyopie monoculaire), — sans que le sujet ait la moindre anomalie dans ses milieux réfringents; — dans la difficulté de percevoir certaines couleurs (dyschromatopsie); dans l'abolition de certains réflexes sensitifs normaux, comme ceux du pharynx, du conduit auditif, de la cornée; dans la présence de zones hystérogènes. Tous ces stigmates ont été soumis à la discussion; et il en est résulté la conviction que toutes ces manifestations peuvent être réalisées en très peu de temps par quiconque veut s'en donner la peine. Tout cela peut être parfaitement simulé, puisque la volonté suffit à empêcher certaines réactions normales ou à faire apparaître les autres. Cependant, quelques divergences s'étant produites, il est intéressant de relever les opinions des observateurs les plus accrédités. Pour M. Babinski, qui a mené toute cette critique avec une grande perspicacité, les stigmates hystériques naissent à l'instigation inconsciente du médecin. MM. Ballet, Brissaud, Dupré, Meige, Souques, Thomas partagent cet avis. MM. Dejerine, Pitres et Raymond croient à la réalité de l'hémianesthésie spontanée. Je ne voudrais pas jeter mon humble avis dans la balance où se pèsent les doctrines de maîtres respectés, mais je ne puis m'empêcher de songer ici à la déception éprouvée quand, après un examen mené par un médecin expérimenté avec la plus scrupuleuse attention et toute la peine nécessaire et aboutissant à l'existence d'une hémianesthésie totale, il suffit de toucher le bras du sujet sans qu'il vous voie, pour qu'il se retourne le plus naturellement du monde pour savoir ce qu'on lui veut. Une malade bien stylée ne commet pas cette erreur, mais un malade à peu près neuf tombe facilement dans le piège. L'hémianesthésie aurait-elle donc ce caractère singulier d'apparaître pendant que le sujet est en « représentation », et de disparaître dans les réactions automatiques? C'est à craindre. De plus, il semble bien que l'hémianesthésie hystérique ne se produit qu'un certain temps après la cause provocatrice de l'hystérie. Sur les sinistrés qui, plus tard, présenteront de l'hémianesthésie, on ne rencontre presque jamais de troubles dysesthésiques quand on les examine quelques heures après l'accident. Cela explique la remarque faite par M. Néri (de Naples) sur les sinistrés de Messine. Sur 500 de ces malheureux, atteints de troubles nerveux divers allant jusqu'à l'hallucination et le délire, M. Neri n'a rencontré aucun trouble de la sensibilité, ni de rétrécissement du champ visuel.

La suggestion ne modifie en rien les réflexes pupillaires, ni les réflexes tendineux régulièrement cherchés. Encore ce dernier point est-il sujet à controverse, bien qu'à la Société de Neurologie M. Klippel, esprit prudent et sûr, eût conclu, pour ainsi dire au nom de tous, que les réflexes tendineux ne peuvent pas être influencés par la suggestion. Cette proposition est vraie si l'on ne tient compte que des réactions médullaires, mais elle cesse de l'être si l'on fait entrer en jeu l'influx psychique. Les réflexes, comme toute réaction nerveuse, sont soumis à une influence mentale. La passion, état purement psychique, agit sur l'ensemble du système nerveux central et périphérique à l'égal d'une substance étrangère excitante ou déprimante. Une émotion vive produit sur les réactions réflexes une modification au même titre qu'un toxique, et comme celui-ci, suivant sa nature et son degré, une excitation ou une dépression. De sorte qu'un état passionnel convenable peut, chez l'homme, en un instant, convertir un réflexe patellaire normal en un réflexe exagéré, excessif, avec tendance à la généralisation, et l'amener même à une ébauche de pseudo-épilepsie spinale. Peut-on dire qu'il y ait dans ce cas une lésion organique passagère, fugitive, du faisceau pyramidal? Certes, pendant la durée de cet état, il y a des modifications dynamo-chimiques dans le sein de ce faisceau, mais on ne saurait leur donner la valeur que nous attachons au sens du mot lésion pathologique.

M. Roger (de Montpellier) vient de faire une étude intéressante des réflexes dans l'hystérie, et, à ce propos, M. Grasset remarque avec justesse que l'exagération des réflexes tendineux et le clonus du pied ne sont pas toujours et nécessairement les symptômes d'une lésion organique du faisceau pyramidal. La séméiologie des réflexes ne tire sa valeur que de la permanence et de la fixité de la modification observée. En outre, il ne faut pas oublier que l'exagération des réflexes visée par M. Babinski est unilatérale, et qu'elle fait partie d'un groupe de signes (phénomène des orteils, etc.) qui ne sont nullement réunis dans l'hémiplégie dite hystérique.

Pour les réflexes cutanés, la volonté du sujet joue un rôle indéniable. Quant aux phénomènes vaso-moteurs, ils se produisent normalement sous des excitations diverses, quel que soit l'état d'anes-

thésie déclaré par le sujet : M. Hallion en a fait le contrôle.

La réalité des œdèmes, des altérations des tissus produites par la suggestion, de la fièvre hystérique, est très controversée. Tout récemment, M. Soca, en apportant le fruit de ses études sur la fièvre hystérique, a déclaré qu'il n'existe pas de cas probant de fièvre par suggestion, ni de fièvre hystérique à courbe de fièvre infectieuse. Cependant, il retient comme réels certains cas de fièvre d'origine névropathique. Cette opinion lui est suggérée par le cas d'une jeune malade souffrant d'appendicite et chez laquelle il observa 39° le premier jour; le lendemain, s'étant, dit-il, entouré de toutes les précautions et mesures de contrôle nécessaires, il lut une température axillaire de 45°. M. Babinski a été assez bon, en face de ce cas, pour dire qu'il s'agissait sans doute d'une température locale. Certes, le thermomètre de M. Soca marquait 45°, mais de là à conclure que c'était le degré d'une température périphérique réelle... Il faut, en matière d'hystérie, toujours craindre d'observer une illusionniste.

En poursuivant avec soin la critique des phénomènes dits hystériques, on arrive donc à un doute extrême, et il semble aujourd'hui que, de tout l'appareil qui jadis constituait les stigmates hystériques, il ne reste plus grand'chose debout.

Voyons maintenant quelle est la conception de l'hystérie proposée par M. Babinski.

Après avoir montré la fragilité des stigmates habituels, il divise les troubles hystériques en deux catégories : ceux qui peuvent être reproduits par la suggestion et ceux qui ne le peuvent pas. C'est l'observation méthodique qui sert à les différencier. M. Babinski classe parmi les phénomènes « suggestibles » les crises convulsives, les paralysies, les contractures, les tremblements, les mouvements choréiques surtout rythmés, les troubles de la phonation, de la respiration, de la sensibilité, les troubles sensoriels et les troubles vésicaux. Il donne comme « non suggestibles » les modifications des réflexes tendineux (nous avons vu plus haut que cette opinion est peut-être trop absolue), des réflexes pupillaires et cutanés, les troubles vaso-moteurs, trophiques, les hémorragies, l'anurie, l'albuminurie, la fièvre, etc. Ce qui distingue par-dessus tout les phénomènes capables d'être suggérés, c'est leur reproduction et leur disparition à volonté. Comme on ne peut guère se rendre compte d'emblée de l'existence de ce caractère, M. Babinski conseille judicieusement de distraire l'attention du sujet vers un autre point que le phénomène visé, car il a besoin, pour le réaliser, de fixer sur l'acte son attention volitive.

Il faut bien caractériser ces phénomènes par une dénomination ; aussi M. Babinski, plus puriste grammairien que son respectueux analyste et ne trouvant pas de mot français pour les qualifier (le mot « suggestible » que j'ai employé n'est pas grammaticalement français), a proposé de leur appliquer le mot « pithiatisme » (πειθώ persuasion, ικτος guérissable), d'où l'adjectif « pithiatique ». Il vise d'ailleurs la possibilité de leur disparition par persuasion plus que celle de leur apparition par la suggestion.

Le rôle que joue l'émotion dans l'apparition de l'hystérie et, par suite, des phénomènes pithiatiques doit être réduit en faveur de l'imitation, de la contagion psychique. C'est elle, en effet, qui les crée, les développe et les entretient. M. Babinski en trouve la preuve dans la distinction, un peu trop subtile, m'a-t-il semblé, qu'il fait entre les manifestations émotives, sur lesquelles la suggestion a peu d'empire, et les manifestations pithiatiques.

Hystérie et pithiatisme deviennent donc, en quelque sorte, synonymes. Les phénomènes qui les constituent ont « pour propriété de dépendre essentiellement, dans leur apparition, leur durée, leur forme, leur disparition, du milieu psychique où vivent les sujets suggestionnables, dont la prédisposition maladive est susceptible d'être mise en jeu par tel ou tel spectacle, tel ou tel propos ».

M. Babinski trouve aussi un excellent caractère différentiel entre l'hystérie ou le pithiatisme et d'autres états mentaux dans ce fait que l'hystérie change constamment dans sa symptomatologie considérée dans le temps, tandis que des psychoses telles que la maladie du doute, par exemple, sont immuables. Les descriptions cliniques de celle-ci sont restées les mêmes qu'il y a trente ans; l'hystérie, au contraire, a varié dans ses modalités.

La conception de M. Babinski, outre qu'elle repose sur une critique beaucoup plus juste des faits que sa devancière, a une portée plus générale qu'une simple modification dans une doctrine nosologique. Elle montre, en effet, le rôle inconscient du médecin dans la production des phénomènes morbides et accentue encore la nécessité d'apporter dans l'observation médicale un esprit d'analyse plus minutieux et plus pénétrant. Elle prouve l'influence prépondérante du milieu moral sur les aberrations psychiques. Elle met en garde contre les causes d'échec d'une cure rationnelle de psychothérapie. Elle trace une ligne de démarcation nette entre les troubles curables et les symptômes inaccessibles à ces moyens thérapeutiques. Enfin, elle élargit la conscience médicale dans divers rôles sociaux aujourd'hui départis au médecin et elle rendra un service certain à la fois aux malades et à ceux que les lois actuelles rendent responsables des suites plus ou moins réelles des accidents.

Dr A. Létienne.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Boutroux (Pierre), *Maître de Conférences à la Faculté des Sciences de Montpellier.* — **Leçons sur les Fonctions définies par les équations différentielles du premier ordre,** *professées au Collège de France, avec une Note de* M. P. Painlevé, *membre de l'Institut.* — 1 *vol. in-8° de* 190 *pages.* (*Prix* : 9 *fr.* 50.) *Gauthier-Villars, éditeur. Paris,* 1909.

L'ouvrage de M. Boutroux fait partie de l'importante collection de monographies sur la Théorie des Fonctions, publiée sous la direction de M. Borel. L'auteur s'est proposé de perfectionner la théorie des équations différentielles du premier ordre, en s'inspirant des progrès récents de la Théorie générale des Fonctions. M. Boutroux considère plus particulièrement l'équation :

$$\text{(E)} \qquad \frac{dy}{dx} = \frac{P(x,y)}{Q(x,y)},$$

dans laquelle les fonctions P et Q sont des polynômes entiers en x et y. Les travaux, aujourd'hui classiques, de M. Painlevé ont établi que, sauf un nombre restreint de cas où elle se ramène à l'équation de Riccati, l'équation (E) définit des fonctions multiformes à un nombre infini de branches, sur lesquelles on est jusqu'ici très peu renseigné. M. Boutroux s'est, dès lors, proposé, au sujet de ces fonctions, des problèmes qui lui ont été suggérés par les recherches récentes de la Théorie des Fonctions; d'ailleurs, il limite sa recherche à celles des équations (E) qui sont du type :

$$\frac{dy}{dx} + A_0 + A_1 y + A_2 y^2 + A_3 y^3 = 0 \text{ (les A entiers en } x\text{)}.$$

L'ouvrage comprend cinq chapitres et une importante Note de M. Painlevé.

Le premier chapitre est un excellent exposé de l'état actuel de la question. M. Boutroux établit d'abord les propositions constituant ce qu'il appelle le point de vue *local*, qui est relatif à l'étude de l'intégrale en un point déterminé; il précise la distinction fondamentale entre les points critiques fixes et les points critiques mobiles de l'intégrale. Puis il se place au point de vue nouveau de M. Painlevé : Que devient l'intégrale qui a une valeur initiale déterminée, lorsque la variable décrit un chemin quelconque à partir de sa valeur initiale? Conformément aux conclusions du savant géomètre, l'auteur expose d'abord le fait fondamental qu'en dehors des points critiques fixes, l'intégrale n'a d'autres singularités que des pôles ou des points critiques algébriques; puis il établit que les seules équations (E) dont les intégrales sont multiformes, mais à un nombre *fini* de branches, se ramènent, par des opérations algébriques, à l'équation de Riccati; la très intéressante Note de M. Painlevé, qui termine l'ouvrage, est une étude approfondie de ce cas important.

M. Boutroux est ainsi amené à l'objet principal de son livre, à savoir l'étude des intégrales multiformes à un nombre infini de branches; il y consacre les chapitres suivants. Dans le second chapitre, il étudie la croissance et l'allure d'une branche intégrale isolée au voisinage d'un point singulier; il considère en détail à ce point de vue le type particulier d'équation (E) indiqué ci-dessus. Le troisième chapitre traite d'une classification des points singuliers transcendants des intégrales, d'après le mécanisme suivant lequel s'échangent les déterminations de y autour du point singulier; plusieurs exemples montrent la complexité de la question. Dans le quatrième chapitre, M. Boutroux examine, à ce point de vue, les points singuliers dits de Briot et Bouquet, où le coefficient différentiel devient indéterminé : ils appartiennent, dans l'ensemble, à des types très divers; M. Boutroux n'en envisage qu'un seul, d'ailleurs important, à titre d'application des méthodes qu'il a indiquées dans les chapitres précédents. Enfin, dans un dernier chapitre, l'auteur recherche les relations qui peuvent exister entre les ensembles de permutations opérées au voisinage des singularités transcendantes d'une même équation; il étudie, en particulier, le cas de l'équation :

$$2\frac{dy}{dx} + A_2 y^2 + A_3 y^3 = 0 \text{ (A}_3 \text{ de degré deux)},$$

et montre sur cet exemple le rapport étroit du problème actuel avec celui du chapitre I.

Tel est le résumé très succinct de cet intéressant ouvrage : c'est un livre de recherche originale et profonde, qui témoigne d'une véritable maîtrise en ces difficiles problèmes.

M. Lelieuvre,
Professeur au Lycée
et à l'École des Sciences de Rouen.

Adhémar (R. d'). — **Exercices et Leçons d'Analyse. — (Quadratures. Equations différentielles. Equations intégrales de M. Fredholm et de M. Volterra. Equations aux dérivées partielles du second ordre.)** — 1 *vol. in-8°, de* VIII-208 *pages.* (*Prix* : 6 *fr.*) *Gauthier-Villars, éditeur. Paris,* 1909.

Tout le public mathématique connaît et apprécie hautement le recueil d'exercices sur le Calcul infinitésimal de Tisserand, soit la première édition (1877), soit la deuxième (1896), enrichie de précieuses additions par M. Painlevé. Je ne saurais donner une idée plus exacte, ni faire un meilleur éloge du livre de M. d'Adhémar qu'en l'assimilant à une continuation du recueil de Tisserand, étendue à des théories tout à fait nouvelles, énumérées dans le titre.

Un simple coup d'œil sur le livre, sur le résumé et les dates des travaux qui y sont mentionnés, convainc de la rapidité avec laquelle progresse la science.

L. Autonne,
Ingénieur en Chef des Ponts-et-Chaussées.

Carlbaum (T.), *Licencié ès Sciences de l'Université d'Upsal, Diplômé de l'École Polytechnique de Stockholm.* — **Contributions à la Théorie des mouvements infiniment petits d'un gaz hétérogène.** — *Thèse de Doctorat présentée à l'Université d'Upsal.* 1 *vol. in-8° de* 57 *pages. Almquist et Wiksell, éditeurs, Upsal,* 1908.

L'étude des petits mouvements des gaz conduit, comme on sait, à une équation aux dérivées partielles du second ordre, du type dit *hyperbolique.* Comme, d'autre part, certains problèmes (ceux que nous avons nommés *problèmes mixtes*) se rapprochent étroitement de ceux que traite la théorie du cas elliptique, les progrès accomplis récemment dans l'une comme dans l'autre de ces deux théories sont susceptibles d'intéresser la Dynamique aérienne.

C'est ce que montre l'auteur en établissant qu'on peut aujourd'hui étendre aux gaz hétérogènes la solution de problèmes qu'on ne savait traiter précédemment qu'en supposant le fluide homogène, voire de certains d'entre eux restés fort obscurs jusqu'ici, même dans ce cas particulier.

Il aurait même pu, parfois, aller plus loin dans cette voie : certaines questions qu'il laisse en suspens trou-

vent, en effet, elles aussi, une réponse dans les résultats obtenus soit par M. Holmgren[1] (dans un travail qui date déjà de quelques années et dont l'oubli[2] surprend chez un docteur de l'Université d'Upsal), soit par nous-même.

Mais, telles qu'elles sont, les quelques pages de M. Carlbaum constituent une fort élégante application des nouvelles données et une excellente illustration de leur fécondité.

JACQUES HADAMARD,
Professeur adjoint à la Sorbonne.

Sothern (J.-W.), *Principal du Collège maritime de Glasgow.* — **Les Turbines à vapeur marines.** *Traduit de l'anglais par* M. J. IZART, *Ingénieur civil des Mines.* — 1 *vol. in*-12 *de* 176 *pages avec planches et figures.* (*Prix* : 9 *fr.*) *Dunod et Pinat, éditeurs. Paris*, 1909.

La préface de M. Izart fait ressortir l'utilité du livre : la turbine à vapeur tend à supplanter la machine alternative à piston à bord des navires de commerce et de guerre; la *Lusitania* et la *Mauretania*, qui ont mis Paris à cinq jours de New-York, portent des turbines de 80.000 chevaux, et, à la suite de l'Amirauté anglaise, le Conseil supérieur de la Marine française a adopté la turbine Parsons pour les six navires de 22.500 chevaux, à quatre hélices, dont la construction a été décidée récemment.

L'auteur anglais n'a guère envisagé que la turbine Parsons; le traducteur a complété l'édition originale par l'étude des turbines Rateau et Curtis, qui entrent en concurrence avec la première. Cette addition sera appréciée des lecteurs.

Le livre a un caractère « essentiellement pratique et relativement élémentaire », dit M. Izart; il s'adresse surtout aux ingénieurs des Constructions maritimes et aux mécaniciens de la Marine, mais tous ceux qui s'intéressent à l'avenir et aux progrès de la turbine y trouveront d'intéressantes et utiles données.

Des généralités théoriques et la classification des turbines forment le premier chapitre, intitulé : Principe des turbines; le second fournit des détails pratiques sur la construction et l'installation des Parsons; le troisième est consacré aux applications et il renferme des résultats des essais de puissance et de consommation. On y trouve des détails peu connus relatifs aux torsiomètres mécaniques, électriques et optiques.

L'auteur est d'avis que la comparaison des consommations de vapeur des navires à machines alternatives et à turbines démontre que ces dernières ne donnent lieu à une dépense supérieure qu'aux très faibles vitesses; elles sont plus économiques dès que la vitesse moyenne est la moitié de la vitesse maximum. Par contre, les turbines à marche arrière ont un rendement moins élevé que celles à marche avant.

Deux belles planches donnent des détails à grande échelle de la construction des turbines et de l'installation de leurs tuyauteries.

AIMÉ WITZ,
Correspondant de l'Institut,
Doyen de la Faculté libre des Sciences de Lille.

2° Sciences physiques

Hunt (H.-A.), *Météorologiste du Commonwealth australien.* — **The Climate and Meteorology of Australia.** 1 *broch. in*-8° *de* 34 *pages avec fig. et carte.* — **Rainfall Map of the Commonwealth of Australia.** 1 *broch. in*-8° *de* 12 *p. avec* 1 *grande carte en couleur hors texte.* — *Bulletins n°* 1 *et* 2 *du Commonwealth Bureau of Meteorology, Melbourne*, 1908.

L'un des résultats de la fédération des colonies anglaises de l'Australie en un « Commonwealth » a été la création d'un Bureau météorologique central à Melbourne, dont le directeur, M. H. A. Hunt, a entrepris de réunir toutes les observations faites dans l'étendue de la fédération, en vue de les publier ultérieurement sous la forme d'une série de bulletins.

La première publication du Bureau central du Commonwealth constitue un aperçu général sur le climat et la météorologie de l'Australie, d'où nous extrayons les indications suivantes :

Au point de vue de la température, l'Australie jouit d'un climat plus tempéré que les pays de l'hémisphère sud ou nord situés sous la même latitude; l'isotherme de 21° C. n'y dépasse jamais le 30e degré de latitude sud. L'intervalle extrême des températures à l'ombre paraît être de 27°, tandis qu'il est plus que le double en Asie et dans l'Amérique du Nord. La partie la plus chaude est l'intérieur du continent, où, dans les étés secs, la température peut atteindre et même dépasser 50° C. à l'ombre; la partie la plus froide est la région des Alpes australiennes et la Tasmanie. Parmi les capitales des Etats, Brisbane est la plus chaude (température moyenne annuelle : 20° C.), et Hobart la plus froide (12 C.), les autres : Perth, Sydney, Adelaïde, Melbourne, occupant une position intermédiaire décroissante.

Au point de vue de l'humidité relative, Sydney occupe la première place (73), suivie par Hobart, Melbourne, Brisbane, Perth et Adelaïde, celle-ci étant la plus sèche (56).

Les chutes de pluie sont déterminées principalement par la direction et la route des vents dominants. L'Australie est située dans la zone des vents alizés du sud-est et de l'ouest. La limite méridionale des premiers coupe la côte orientale à environ 30° de latitude sud. C'est pourquoi les pluies les plus fortes du continent australien sont précipitées sur les pentes du Pacifique au nord de cette latitude. Les vents alizés de l'ouest, qui enveloppent les côtes méridionales, sont l'origine des pluies qui arrosent la partie sud de l'Australie et toute la Tasmanie. Parmi les facteurs qui déterminent la distribution, l'intensité et l'époque des pluies, l'auteur relève particulièrement : le courant anticyclonique, les dépressions en forme de V et les dépressions de la mousson.

L'endroit le plus humide de l'Australie est Geraldton, sur la côte nord-est du Queensland, où la moyenne annuelle des chutes de pluie est de 145 pouces; l'endroit le plus sec est le district du Lac Eyre, où la moyenne annuelle ne dépasse pas 5 pouces. Voici les moyennes annuelles en pouces des six capitales d'Etats : Melbourne, 26,31; Adelaïde, 20,89; Hobart, 23,38; Perth, 33,03; Sydney, 48,80; Brisbane, 47,47.

La belle carte qui accompagne le second des fascicules que nous analysons donne la répartition des pluies sur tout le territoire australien; celui-ci est divisé en six zones, recevant de 0 à 10, de 10 à 20, de 20 à 30, de 30 à 40, de 40 à 60 et au-dessus de 60 pouces d'eau annuellement.

Parmi les vents qui soufflent sur l'Australie, on distingue : 1° les vents alizés, déjà signalés; 2° les brises de mer et de terre, soufflant en général perpendiculairement à la côte; sur la côte est, la brise de mer atteint fréquemment la vitesse d'une tempête; 3° les vents de l'intérieur, dont la direction dépend des changements saisonniers de la pression.

Les éléments, en Australie, sont généralement paisibles. Pendant les mois d'hiver, les côtes méridionales du continent sont sujettes à des tempêtes cycloniques, provenant des dépressions en forme de V de la zone sud de basses pressions. Accidentellement, la côte nord-est du Queensland est visitée par des ouragans provenant des tropiques.

Des cyclones très violents, connus populairement sous le nom de « willy willies », sont particuliers à la côte nord-ouest de l'Australie occidentale pendant les mois de décembre à mars. Ils paraissent naître dans l'océan, au voisinage du Golfe de Cambridge, et ils se transportent vers le sud-ouest avec une vitesse continuellement croissante. D'autres cyclones se développent occasionnellement à l'intérieur du continent, à la suite des basses pressions de la mousson; ils ne développent leurs effets maxima qu'après avoir atteint

[1] *Öfversigt af Kongl. Vetensk. Akad. Förh.*, 1901, p. 91-103.
[2] Voir page 11 de la Thèse de M. Carlbaum.

la côte ; les plus violents se trouvent dans le quadrant sud-ouest.

Le « southerly burster » est un vent froid particulier aux districts côtiers de la Nouvelle-Galles du Sud, au sud du 30e degré de latitude. Il suit invariablement les périodes de temps chaud, d'août à mai, mais surtout en novembre. Il paraît analogue à la bora ou au mistral d'Europe.

Il est actuellement impossible de dire si les progrès de la colonisation ont affecté dans son ensemble le climat de l'Australie. Il y a eu, toutefois, des changements locaux : il n'est pas douteux que les forêts exercent une grande influence sur le climat local en l'égalisant, et partout où elles ont disparu, par suite d'une exploitation trop intense, le résultat inverse s'est fait sentir. L. B.

Maclaurin (R.-C.), *Professeur de Mathématiques et de Physique mathématique à Wellington, Nouvelle-Zélande.* — **The Theory of Light. A Treatise on physical Optics. (Théorie de la Lumière).** Part I. — 1 *vol. in-8° de* 326 *pages avec figures.* (*Prix* : 11 *fr.* 25.) *University Press, Cambridge,* 1908.

La *Théorie de la Lumière* de M. Maclaurin n'est pas un traité complet d'Optique physique, mais c'est un ouvrage original. Le lecteur ne tarde pas à s'en apercevoir : il commence par trouver, au début, une citation de Platon. Dans le premier chapitre, l'auteur se propose, en effet, de rechercher quel est le but de la Science elle-même : Consiste-t-il à rattacher ce qui est inconnu à ce qui est connu ? On pourrait soutenir le contraire avec de bonnes raisons. Doit-on se proposer de chercher la réalité sous les apparences, de connaître la nature des choses en elles-mêmes, ou bien de découvrir les causes dernières et invariables de ce qui se passe dans la Nature ? M. Maclaurin n'a pas de peine à montrer que ce serait bien ambitieux. Le but de la science, pour lui, est d'ordre à la fois « pratique et esthétique » ; il s'agit de grouper les faits pour mieux les connaître et mieux les faire connaître, et de les grouper « harmonieusement » autour de quelque grand principe dynamique.

M. Maclaurin choisit le principe de la moindre action sous la forme suivante : Lorsqu'un système passe d'une configuration A à une autre B, le passage se fait de telle façon que, si on change légèrement le chemin AB, la fonction principale $f(T-W)dt$ reste invariable (T est l'énergie cinétique, W l'énergie potentielle). C'est donc un calcul de variations, une fois l'expression de W choisie convenablement, qui se retrouvera dans toutes les questions successivement envisagées. Lorsque l'absorption intervient, M. Maclaurin ajoute à W, à l'exemple de Lord Rayleigh, une *fonction de dissipation*, qu'il faut, elle aussi, choisir convenablement, en se guidant — il ne faut pas se le dissimuler — d'après le résultat à obtenir. De cette façon, un peu abstraite sans doute, mais concise, les problèmes relatifs aux corps absorbants et transparents se traitent exactement de la même manière.

Dans ce premier volume, la notion de vibrations périodiques dans l'éther est suffisante ; la notion d'électrons et le langage électro-magnétique n'apparaissent guère qu'un instant, lors de l'étude des propriétés optiques des métaux. Il n'y a aucune expérience décrite et aucune application indiquée : cependant le livre n'est pas purement théorique. Un de ses caractères particuliers est, en effet, la préoccupation de l'auteur de comparer les *résultats* expérimentaux avec la théorie. Il y a, dans ce but, un très grand nombre de graphiques, et les questions traitées par l'auteur sont discutées d'une façon très complète, souvent — notamment quand il s'agit de celles dont M. Maclaurin s'est occupé lui-même — avec beaucoup de détails qu'on ne trouve pas dans les ouvrages classiques. La situation de l'auteur aux antipodes, loin de nos riches bibliothèques scientifiques, fait que les données expérimentales ne sont pas toujours les plus récentes et qu'il y a fort peu d'indications bibliographiques. Malgré les imperfections qui en résultent, dont l'auteur s'excuse lui-même, on consultera cet ouvrage avec fruit. Aussi j'indiquerai en terminant les questions traitées dans ce premier volume : Milieux isotropes (propagation, réfraction, réflexion partielle et totale, couches de passage, interférences par les lames à faces parallèles). Cristaux transparents (réfraction, réflexion cristalline, franges en lumière polarisée). Propriétés des milieux absorbants (réflexion métallique, métaux en lames minces, anneaux de Newton d'une couche mince limitée par un métal, absorption dans les cristaux).

Dans le deuxième volume, M. Maclaurin s'occupera surtout des phénomènes montrant la connexion entre l'Optique et l'Electricité ; le dernier sera consacré à l'histoire des théories de la lumière. A. Cotton,
Chargé de cours à l'Université de Paris
(Ecole Normale Supérieure).

Molina (Rodolfo), *ancien Directeur de la Poudrerie de Terdobbiate, Membre de la Commission consultative des Explosifs.* — **Les Explosifs et leur fabrication.** *Traduit sur la deuxième édition italienne par* M. J.-A. Montpellier. — 1 *vol. in-8° de* 375 *pages.* (*Prix* : 6 *fr.*) *H. Dunod et E. Pinat, éditeurs. Paris,* 1909.

L'ouvrage de M. Molina, écrit à un point de vue pratique, est une sorte de Manuel du fabricant d'explosifs. On y a laissé entièrement de côté les questions doctrinales relatives à la Théorie des Explosifs, telle qu'elle a été édifiée par Sarrau. On n'y trouvera non plus aucun renseignement concernant la technique expérimentale des appareils destinés à l'étude balistique des poudres, pour lesquels l'auteur renvoie aux ouvrages classiques.

Par contre, et conformément au plan de l'auteur, la fabrication de la poudre noire et des principaux explosifs modernes s'y trouve décrite avec assez de détails, surtout en ce qui est relatif à la poudre noire.

En somme, l'ouvrage de M. Molina constitue un bon memento, mais qui ne saurait suppléer à la lecture des traités qui font autorité en la matière.

Post (J.), *Professeur honoraire à l'Université de Gœttingue,* et **Neumann** (B.), *Professeur à la Technische Hochschule de Darmstadt.* — **Traité complet d'Analyse chimique appliquée aux essais industriels.** *Deuxième édition française entièrement refondue, traduite d'après la troisième édition allemande et augmentée de nombreuses additions, par* M. le Dr L. Gautier. — *Tome Ier, second fascicule.* 1 *vol. in-8° de* 562 *pages avec* 109 *figures* (*Prix* : 10 *fr.*). *Hermann, éditeur. Paris,* 1909.

Ce nouveau fascicule s'ajoute à ceux qu'a déjà fait paraître M. le Dr Gautier, le distingué traducteur du *nouveau* Traité de Post et Neumann. C'est, en effet, un traité tout nouveau, si on le compare à la première édition, tellement il est développé et au courant des dernières recherches, et tellement la refonte en est complète.

Les noms seuls des spécialistes qui ont signé les chapitres de ces fascicules suffisent à le recommander aux esprits les moins prévenus. Le Dr J. Becker (Francfort-sur-Main) a étudié le gaz d'éclairage. Le chapitre relatif au carbure de calcium et à l'acétylène a été rédigé par le Professeur Vogel (de Berlin). Les Drs Engler (Carlsruhe) et Ubbelohde (Berlin) se sont chargés de l'analyse du pétrole, des huiles de graissage, des huiles de goudron, de la paraffine, de la cire minérale, de l'ozokérite et de l'asphalte. Enfin, c'est le Dr W. Fahrion (Höchst-s.-M.) qui a écrit le dernier chapitre, qui comprend l'analyse des graisses et huiles grasses, de la glycérine, des bougies et des savons.

Toutes les fois que les données fournies par l'analyse chimique peuvent être complétées par des déterminations de propriétés physiques de la matière examinée, on peut être sûr de trouver une méthode de

mesure de ces dernières. C'est ainsi que le gaz d'éclairage et l'acétylène sont étudiés, non seulement au point de vue de leur caractère chimique qualitatif et quantitatif, mais encore au point de vue photométrique, calorimétrique et densimétrique. Et, à ce propos, on est saisi d'admiration à la vue de la somme considérable de recherches et d'inventions fournies pendant ces dernières années.

L'industrie a maintenant des appareils qui permettent à de simples manœuvres de lire tel ou tel facteur chimique ou physique. La teneur en hydrogène sulfuré du gaz d'éclairage s'inscrit d'elle-même sur une bande de papier en regard du temps, compté en jours et en heures; le pouvoir calorifique d'un gaz se lit sur un simple cadran.

Les travaux français, qui ont été un peu négligés par les auteurs, ont été ajoutés avec beaucoup d'à-propos par le traducteur.

On peut s'étonner qu'un livre, destiné avant tout aux industriels, ait été rédigé par des savants et des professeurs. C'est que, chez nos voisins, la distinction entre savant et industriel est moins tranchée que chez nous. Les savants allemands ne sont pas cantonnés dans leur laboratoire universitaire; leur laboratoire de choix est bien souvent l'usine, où ils sont reçus avec d'autant plus d'empressement que souvent c'est à l'usine même qu'ils ont débuté dans la carrière scientifique.

A. Hollard,
Chef du Laboratoire central des Usines de la Cie française des Métaux.

3° Sciences naturelles

Pirsson (L. V.), *Professeur de Géologie physique à l'Université de Yale, Géologue du Service géologique des Etats-Unis.* — **Rocks and Rock Minerals** (Les Roches et les Minéraux des roches). — 1 *vol. in*-18 *de* 414 *pages avec* 74 *figures et* 36 *planches.* (*Prix* : 12 *fr.* 50). *J. Wiley and sons, éditeurs à New-York; Chapmann et Hall, éditeurs à Londres*, 1908.

Cet ouvrage est un manuel de Pétrologie à l'usage des étudiants et des techniciens qui, à divers points de vue, sont obligés de connaître les roches : ingénieurs, chimistes, architectes, mineurs, etc. L'auteur a cherché à leur en présenter les éléments sans recourir à l'étude optique et microscopique, et il a traité son sujet entièrement au point de vue mégascopique.

Quoique le microscope soit nécessaire pour l'investigation complète des roches, plusieurs de leurs caractères importants peuvent être observés sans l'usage de cet instrument. Parmi les roches à grains grossiers, celles dont le diamètre des grains dépasse un demi-millimètre peuvent généralement être identifiées à l'aide d'une lentille ou par des moyens simples. Même lorsque les grains sont beaucoup plus fins, quelques minéraux peuvent être reconnus par certains de leurs caractères. Enfin, quand les roches sont si denses que les grains qui les composent ne peuvent plus être distingués, la couleur, la dureté, la nature de la fracture sous le marteau, la densité, la réaction des fragments de la roche pulvérisée avec les acides sont des données importantes qui permettent la séparation des divers types de roches.

L'ouvrage de M. Pirsson comprend essentiellement deux parties : l'une donne la description des minéraux constituant les roches et les moyens de déterminer ces minéraux isolés, soit par leurs caractères physiques, soit par leurs réactions chimiques (deux tables sont dressées à cet effet); l'autre contient la description des roches, classées en ignées, stratifiées et métamorphiques, et les moyens de les déterminer. Il ne s'agit, bien entendu, que des roches communes, qu'on est exposé à rencontrer couramment, et non des types relativement rares, que les pétrographes ont peut-être un peu multipliés et pour la distinction desquels il faut, de toute nécessité, recourir à l'examen optique en coupe mince.

Le manuel est donc avant tout pratique; il rendra des services pour la prospection des mines et même pour des études géologiques préliminaires. Il n'est, d'ailleurs, point dépourvu de valeur scientifique propre; la personnalité de l'auteur, qui est un des plus éminents représentants de l'Ecole pétrographique américaine, nous en est un sûr garant.

Recueil de l'Institut botanique Leo Errera (*Université de Bruxelles*). — *Tome VII, avec une annexe contenant des listes de plantes*, 32 *planches doubles*, 9 *planches de diagrammes et* 14 *cartes.* (*Prix* : 35 *fr.*) *Lamertin, éditeur. Bruxelles*, 1909.

L'activité de l'Institut botanique Leo Errera ne se ralentit pas : le nouveau volume que nous présentons aujourd'hui en est la preuve. Les Mémoires qu'il contient sont, en effet, de toute première importance.

Nous trouvons tout d'abord le *Cours de Physiologie moléculaire*, professé en 1903 aux étudiants en doctorat par le regretté Errera et recueilli par M. H. Schouteden (pp. 1-xvi, 1-153).

Ce Cours est appelé à rendre aux biologistes de très utiles services. En effet, la Biologie, telle qu'on la comprenait il y a quelques années, étudiait les êtres vivants dans leur ensemble; mais les découvertes récentes, dans le domaine des sciences physico-chimiques, ont amené la création de la Biologie cellulaire qui, seule, est capable d'élucider les multiples problèmes résultant du jeu des actions moléculaires d'ordre physique ou chimique.

Chaque cellule est un minuscule laboratoire dans lequel se trouvent en contact, sous l'un ou l'autre des trois états de la matière, les corps appelés à réagir pour constituer finalement les molécules vivantes. Les forces mises en action se manifestent dès lors à de faibles distances : ce sont celles qu'on désigne en Physique sous le nom de forces moléculaires, de sorte que l'étude en peut s'appeler Physiologie moléculaire. C'est cette étude qui fait l'objet du présent Cours, dans lequel sont successivement examinés : les unités de mesure, les propriétés physiques des tissus végétaux, fluides ou solides, la pénétration mutuelle des solides et des fluides, la diffusion et l'osmose, la dissociation électrolytique ou ionisation, le mouvement de l'eau dans les plantes et la transpiration et les théories relatives au courant d'eau dans les tissus.

Ce rapide exposé montre l'importance des problèmes qui sont passés en revue, et il est presque inutile d'ajouter qu'ils le sont avec cette clarté et cette profonde érudition qui étaient la caractéristique de l'enseignement d'Errera.

Le second Mémoire est de M. I. Starke et traite de l'*Influence de la température sur la fluidité des solutions albuminoïdes* (pp. 155-166).

L'auteur montre qu'il n'existe aucun optimum de fluidité des liquides albumineux, notamment des solutions albuminoïdes physiologiques, à la température du corps des animaux. Mais, si l'on envisage les rapports entre la coagulation de ces liquides et leur fluidité, on constate que le blanc d'œuf naturel ne se comporte pas exactement comme ses solutions aqueuses : chez ces dernières, la fluidité augmente avec la température jusqu'à ce que l'opalescence indique un début de coagulation, tandis qu'avec le blanc d'œuf naturel la fluidité, après avoir augmenté jusqu'à 57°9, diminue à partir de 58°5, alors que la coagulation ne commence qu'à 59°5. Ce phénomène est l'indice de modifications intimes de la substance albuminoïde, précurseurs de la coagulation.

M. Jean Massart donne ensuite une étude magistrale intitulée : *Essai de Géographie botanique des districts littoraux et alluviaux de la Belgique* (pp. 167-584 et annexe).

Il montre que les districts littoraux et alluviaux de Belgique sont tous d'origine récente. On les rencontre le long des côtes et des rivières à marée; ils sont constitués, soit par des dunes sableuses, soit par des allu-

vions de natures diverses déposées dans la partie maritime du cours des rivières.

Les *dunes littorales* ne dépassent pas 30 mètres de hauteur; leur sol est formé de sable quartzeux riche en chaux et d'une sécheresse élevée qui entraîne le caractère xérophyte de la flore. Cependant, grâce à la température douce et à l'humidité de l'hiver, nombre d'espèces annuelles ou vivaces peuvent se développer dans cette saison, principalement dans les *pannes* ou fonds humides séparant les rangées de monticules sableux. Dans son ensemble, la flore des dunes belges est calcicole, contrairement à ce qu'on observe pour les dunes plus septentrionales, dont le sable est pauvre en chaux.

Les *alluvions marines* bordent les fleuves dans leur portion affectée par les marées. Leur partie supérieure (*schorre*) n'est inondée qu'aux fortes marées; leur partie inférieure (*slikke*) est submergée, même par les marées de morte eau. Le sol, argileux, est imprégné de sel, ce qui restreint considérablement le nombre des espèces susceptibles d'y prospérer : on n'y trouve pas de Cryptogames saprophytes; les Phanérogames ont presque toutes les feuilles charnues et la plupart sont spéciales à ce district et étroitement localisées.

Les *alluvions fluviales* s'étendent sur les berges des rivières à marée, dans les parties que n'atteint pas l'eau de mer. Leur sol est argileux et limoneux; les mouvements de va-et-vient de l'eau favorisent la luxuriance de la végétation, mais limitent le nombre des espèces à celles seules qui, solidement enracinées, ne risquent pas d'être emportées par les courants. Les Graminées dominent avec les *Alisma*, *Sagittaria*, *Caltha*, *Epilobium*, *Roripa amphibia*, etc.

Certaines alluvions marines ou fluviales sont endiguées. Elles constituent les *polders*, situés en dessous du niveau des marées d'équinoxe. Leur sol, argileux, est entièrement livré à la culture. Seules, les digues donnent asile à une flore banale.

Enfin, on peut mentionner les *sables à Cardium*, isolés au milieu des polders, souvent érigés en petites dunes et caractérisés par leur pauvreté en calcaire. Aussi donnent-ils asile à une flore plus riche en Bryophytes que les dunes littorales, et renfermant un certain nombre d'espèces calcifuges : *Nardus stricta*, *Scleranthus perennis*, *Cytisus scoparius*, *Trifolium arvense*, *Calluna vulgaris*, etc.

Ce Mémoire est écrit avec un remarquable souci de l'exactitude la plus scrupuleuse; il renferme une somme considérable de documents relatifs à la géologie des régions étudiées, aux conditions climatologiques, aux conditions de vie et aux caractères adaptationnels des végétaux, en un mot aux différents facteurs éthologiques; il constitue une des plus importantes études de Géographie botanique publiées jusqu'ici sur la Belgique. L. Lutz,

Professeur agrégé à l'Ecole supérieure de Pharmacie, Secrétaire général de la Société botanique de France.

Monnier (H.), *Professeur agrégé de Sciences naturelles au Lycée de Besançon*, et **Kollmann** (M.), *Professeur agrégé de Sciences naturelles au Lycée de Nantes*. — **Manipulations de Zoologie et de Botanique.** — 1 *vol. in*-16 *de* 80 *pages avec fig.* (*Prix* : 1 *fr.* 50.) *H. Paulin et Cie, éditeurs, Paris*, 1909.

Les programmes de 1902 ont apporté une heureuse innovation dans l'enseignement des Sciences naturelles au lycée : c'est l'institution de quelques séances de *travaux pratiques*. L'organisation de celles-ci a rencontré des difficultés, auxquelles le petit ouvrage de MM. Monnier et Kollmann voudrait essayer de donner une solution.

Il renferme une douzaine de manipulations (avec indication du matériel nécessaire à chacune d'elles) sur la digestion, le sang, le cœur et l'encéphale du mouton, les nerfs et les muscles, la dissection d'un poisson, d'une grenouille, d'une écrevisse, la structure de la tige et de la racine, la fleur, la graine et la germination, les cryptogames, la Physiologie végétale.

Celles-ci n'ont pas pour but d'exercer l'habileté manuelle des élèves, mais de former leurs facultés d'observation et de raisonnement.

L'ouvrage rendra service à la fois aux professeurs et aux élèves des lycées.

4° Sciences médicales

Rénon (Dr Louis), *Professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Paris*. — **Le Traitement pratique de la Tuberculose pulmonaire.** — 1 *vol. in*-8° *de* 258 *pages*. (*Prix* : 3 *fr.* 50.) *Masson, éditeur. Paris*, 1908.

Ce petit ouvrage expose, sous une forme très claire et très pratique, l'état actuel de la question du traitement de la tuberculose pulmonaire. L'auteur, qui a une grande expérience de cette maladie, ne croit pas qu'il existe encore de médication spécifique de la tuberculose. En attendant la découverte de ce traitement, la meilleure manière de soigner les malades est de pratiquer la cure d'air et de repos.

M. Rénon s'élève avec raison contre les excès de la suralimentation et contre l'absence de tout traitement médicamenteux, pratiqué par beaucoup de médecins. En plus de son action réelle, une médication sage, prudente, remineralisatrice, a une action énorme sur le moral des malheureux tuberculeux, abandonnés trop souvent à eux-mêmes. L'auteur insiste sur l'état d'âme des tuberculeux et montre toutes les ressources d'une bonne psychothérapie.

En résumé, livre à la portée de tous, rempli de détails très précieux et très pratiques. Dr R. Romme.

Schmidt (Dr A.), *Professeur à l'Université de Halle*. **L'examen fonctionnel de l'Intestin par le régime d'épreuve.** (*Son application à la pratique journalière et ses résultats pour le diagnostic et la thérapeutique.*) — 1 *vol. in*-8° *de* 83 *pages, avec figures et planches, traduit par M. le* Dr Kolbé. (*Prix* : 5 *fr.*) *Vigot frères, éditeurs. Paris*, 1909.

Ce livre traite à peu près exclusivement de l'examen fonctionnel de l'intestin basé sur l'étude comparative de la selle réputée normale et de la selle liée à un état pathologique des fonctions digestives, après administration d'un repas d'épreuve essentiellement constitué par du lait (1/2 litre à 1 litre 1/2), du pain blanc (environ 100 grammes), de la purée de pommes de terre (100 à 500 grammes), de la viande de bœuf hachée (125 grammes environ), dont une partie au moins doit rester crue ou demi-crue.

Cette étude, au point de vue coprologique, se ramène à la recherche des causes et des conditions qui déterminent la non-absorption par le tube digestif de tel ou tel aliment, en l'espèce : résidus de tissu conjonctif et de tendons, résidus de tissus musculaires, résidus de pommes de terre, résidus de matières grasses. La recherche, dans les selles, du mucus, du sang, des cristaux de phosphate ammoniaco-magnésien est, de même, capitale.

L'examen macroscopique ultra-rapide, mais méthodique et systématique, permet presque toujours de reconnaître ces différents éléments. Il pourra être, il sera souvent avantageusement complété, par les examens microscopique, chimique (réaction au papier tournesol, réaction au sublimé, réaction à l'étuve), bactériologique, qui fourniront des renseignements complémentaires utilisables en clinique.

Cette technique méthodiquement poursuivie fournit dès maintenant des résultats très intéressants. Combinée aux autres méthodes d'exploration clinique, elle permettra probablement, quelque jour, de dissocier plus exactement les entéropathies primitives et leurs diverses modalités des entéropathies gastrogènes, hépatogènes et pancréatogènes. Dr Alfred Martinet.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 29 Mars 1909.

S. A. S. **Albert Ier, Prince de Monaco**, est élu Associé étranger, en remplacement de Lord Kelvin, décédé. — M. **Boudier** est élu Correspondant dans la Section de Botanique.

1° Sciences mathématiques. — M. **G. Tzitzeica** présente ses recherches sur certains systèmes cycliques qui offrent des analogies avec ceux de Ribaucour. — M. **P. Kœbe** énonce un principe général d'uniformisation dont il donne deux démonstrations : Toute uniformisation d'une fonction analytique donnée, qui apparaît comme possible du point de vue de l'*Analysis situs*, peut aussi être réalisée au sens de la théorie des fonctions analytiques. — MM. **H. Deslandres, A. Bernard** et **J. Bosler** terminent l'exposé des observations faites à Meudon sur la comète Morehouse. L'une des bandes du spectre est due très probablement au gaz azote; la comparaison avec le spectre des tubes à vide suggère l'idée de l'émission par le Soleil d'un rayonnement cathodique.

2° Sciences physiques. — M. **H. Poincaré** étudie théoriquement la diffraction des ondes hertziennes et explique les effets étonnants de diffraction obtenus en télégraphie sans fil à grande distance. — M. **M. Deprez** donne deux formules très simples pour le coefficient de self-induction $\mathfrak{L}$ et la constante de temps $\mathfrak{T}/R$ d'une bobine très longue : 1° $\mathfrak{L}=L^2/a$, où L est la longueur totale du fil enroulé sur la bobine, et a la longueur de la bobine; 2° $\mathfrak{T}/R=kS'/\rho$, où k est le rapport de la section métallique du fil à celle du carré circonscrit au fil recouvert d'isolant, ρ la résistivité du fil et S' la surface de la zone annulaire occupée sur les joues de la bobine par le fil enroulé recouvert de son isolant. — MM. **H. Buisson** et **Ch. Fabry** décrivent un dispositif qu'ils emploient pour la mesure des très petits déplacements des raies spectrales. — MM. **Ch. Moureu** et **Ad. Lepape** ont déterminé la radio-activité des sources thermales sulfureuses de Bagnères-de-Luchon; elle est très inégale. Les gaz spontanés de la Grande Source Bordeu sont les plus radio-actifs de France. — M. **A. Leduc** a constaté que le poids moléculaire du toluène, déduit de sa densité de vapeur, est parfaitement normal, si l'on se sert de sa formule pour calculer la compressibilité. — M. **R. Dubrisay** a étudié la dissociation hydrolytique du chlorure de Bi : on se trouve en présence d'un système divariant, ce qui prouve qu'il ne se produit qu'un seul oxychlorure. Le degré de dissociation diminue à mesure que la température s'élève. — M. **Alb. Colson** montre que la chaleur de formation de composés semblables d'Ag et de Pb ne fournit aucune indication sur leur stabilité relative. A température constante, un corps défini, tel que le nitrate de Pb, peut acquérir une stabilité beaucoup plus grande par dissolution, quoique sa chaleur de formation soit diminuée. — MM. **A. Besson** et **L. Fournier**, par l'action de l'effluve sur les vapeurs de silicichloroforme, en présence d'H, ont obtenu les chlorures de Si de la série saturée Si^nCl^{2n+2} à un haut degré de pureté, grâce à l'absence d'oxychlorures. — M. **Morancé** montre que la congélation à $-8°$ est un moyen de purification de l'acide sulfurique hydraté, surtout en ce qui concerne l'arsenic, dont les 9/10 sont restés dans l'eau-mère. — M. **L. Vignon** a constaté que les solutions aqueuses d'acide picrique teignent la laine et s'appauvrissent quand leur conductibilité électrique atteint une certaine valeur. La fixation paraît due à une réaction chimique de la fibre sur la matière colorante fortement ionisée. — MM. **A. Guyot** et **V. Badonnel** ont condensé les éthers dicétobutyriques avec les carbures aromatiques et obtenu un mélange d'éthers arylacétylglycoliques et d'éthers diarylacétylacétiques. — M. **H. Pariselle**, par l'action du Br sur l'allylcarbinol, a obtenu le dibromo-1 : 2-butanol-4, Eb. 112°-114° sous 11 millimètres. Ce dernier, traité par KOH pulvérisée, forme le tétrahydrofurfurane monobromé. — MM. **E. E. Blaise** et **A. Kœhler** ont constaté que les dicétones ε, sous l'influence des alcalis alcooliques à l'ébullition, se cyclisent en dérivés du cyclopentène. Une dicétone ζ, la nonanedione-2 : 8, a donné un dérivé du cyclohexène sous l'action de l'acide sulfurique.

3° Sciences naturelles. — Mme **M. Phisalix** a constaté que les Serpents présentent une grande immunité à l'action du venin de la Salamandre, surtout par voie digestive, laquelle tiendrait à l'antagonisme physiologique de leur venin et de celui de la Salamandre. — MM. **M. Doyon** et **Cl. Gautier** ont observé que l'ablation du foie détermine chez la grenouille l'incoagulabilité du sang et des crises tétaniques. — M. **Cl. Regaud** a appliqué à la myéline des fibres nerveuses périphériques le procédé de coloration qu'il a utilisé pour les mitochondries; ces deux formations présentent certaines analogies de réactions microchimiques. — M. **A. Le Play** a réalisé une infection générale de l'organisme par injections de cultures de *Stearophora radicicola*; mais c'est la glande hépatique qui est le tissu de choix pour le développement du parasite. — M. **E. Doumer** a constaté que l'activité thérapeutique des champs magnétiques oscillants dépend de leur pouvoir électromoteur et que des champs magnétiques oscillants, équivalents au point de vue électromoteur, sont aussi équivalents au point de vue thérapeutique. — MM. **E. Gaucher** et **P. Merle** ont observé pour la première fois la présence du *Treponema pallidum* dans le liquide céphalo-rachidien au cours de la syphilis acquise des centres nerveux. — M. **A. Laveran** a constaté que des moutons, immunisés contre le *Trypanosoma Pecaudi*, sont infectés par le *Tr. dimorphon*; immunisés contre ces deux trypanosomes, ils sont sensibles au *Tr. congolense*. On en conclut que ces trois espèces sont bien distinctes. — M. **G. Bohn** a étudié l'orientation chez les Patelles. Ce Mollusque paraît être guidé d'une façon générale par la pesanteur; il suit sur les rochers des lignes de moindre résistance. — M. **P. Marchal** a fait le relevé des espèces de Cochenilles vivant actuellement en parasites sur les plantes en France, Corse et Algérie. — M. **A. Cligny** décrit un Zéidé capturé au Maroc et qui constitue un genre nouveau; il lui donne le nom de *Parazenopsis argenteus*. — M. **L. Blaringhem** a étudié le croisement des orges : la règle de disjonction des hybrides s'applique aux combinaisons illégitimes de formes très voisines; elle n'est pas valable pour les mélanges sexuels d'espèces très différentes, malgré la fertilité des produits obtenus. — M. **J. Roussel** indique la composition de l'Eocène inférieur dans le sud et le centre de la Tunisie et de l'Algérie. — M. **J. Welsch** a étudié l'escarpement crétacé du sud-ouest du bassin de Paris, au sud de la Loire; c'est une sorte de plate-forme monoclinale dissymétrique, à faible inclinaison vers le nord. — M. **O. Mengel** a reconnu que les calcaires primaires en dalles des Pyrénées orientales se sont déposés en même temps que les calcaires en nappes; ils seraient donc d'âge dévonien. — M. **J. Blayac** a distingué, dans le bassin de la Seybouse, deux facies distincts du Sénonien : l'un nettement bathyal, analogue à celui du nord de la

Tunisie; l'autre mi-bathyal, mi-néritique, analogue à celui du centre de la Tunisie. — M. J. **Thoulet** a analysé 19 fonds sous-marins arctiques, recueillis dans la mer de Kara et sur les côtes de la Nouvelle-Zemble; ils possèdent les caractères typiques de ceux de l'océan Glacial arctique. — M. L. **Sudry** a fait l'analyse des fonds de l'étang de Thau; on y trouve des zones de sable, de sable vaseux, de vase très sableuse, de vase sableuse qui se succèdent sensiblement parallèles aux isobathes jusqu'à la vase proprement dite occupant toute la partie centrale.

Séance du 5 Avril 1909.

M. J. **Wiesner** est élu Correspondant dans la Section de Botanique.

1° Sciences mathématiques. — M. S. **Lattès** présente ses recherches sur les transformations de contact et les variétés à n dimensions qui vérifient l'équation de Pfaff. — M. **Galbrun** a étudié la représentation des solutions d'une équation linéaire aux différences finies pour les grandes valeurs de la variable. — M. Carpentier présente un jeu de calibres établis par M. **Johansson**, destinés à réaliser, par voie de combinaisons, les étalons de toutes les longueurs, procédant par centièmes de millimètre, comprises entre 1 millimètre et 200 millimètres. Ces calibres ont des faces tellement parfaites qu'elles adhèrent l'une à l'autre lorsqu'on les applique par un mouvement tournant.

2° Sciences physiques. — M. J.-A. **Le Bel** montre que l'élévation de température des roches terrestres enfermées dans une enceinte varie avec la nature de l'enceinte: la chaleur de ces roches n'est donc pas due à la radio-activité, mais à l'effet d'un rayonnement venant de l'extérieur. — M. **Edm. Bauer** a constaté que les températures de la flamme des becs Bunsen mesurées par les rayons restants et par le renversement de la raie D sont identiques. Il en conclut que la température est le facteur essentiel, sinon unique, dans l'émission des spectres de raies par les flammes. — M. E. **Henriot** a reconnu que le rayonnement des sels de potassium est sensiblement homogène; il est peu probable qu'il soit dû à un élément radio-actif connu. Il est dû au potassium lui-même ou à un corps inconnu qui lui est toujours associé. — M. J. **Becquerel** montre que la raie 623 $\mu\mu$ de la tysonite, soumise à l'action d'un champ magnétique vers — 256°, fournit un quadruplet formé par deux doublets polarisés en des sens opposés; il n'y a pas de résidus de polarisation. — M. C. **Féry** a déterminé la constante de la loi de Stefan au moyen d'un radiateur intégral; la valeur trouvée pour σ ou πa est de 6,30 $\times$ 10^{-12} watt par centimètre carré. — M. **Cany** a reconnu que le procédé de brumification de l'eau minérale pour les salles d'inhalation employé à la Bourboule n'apporte à la constitution physico-chimique de l'eau que des modifications insignifiantes. — M. G. **Charpy** montre que certains carbones, notamment le produit de la décomposition de l'oxyde graphitique par la chaleur (oxyde pyrographitique) et le carbone extrait de l'acier par dissolution du métal dans les sels métalliques, doivent être classés dans la catégorie des graphites. — M. M. **Guichard** a préparé l'anhydride iodique à l'état très pur par l'action de l'anhydride azotique en vapeurs sur l'iode humide. — MM. P. **Sabatier** et A. **Mailhe**, en faisant agir du gaz ammoniac en même temps qu'un oxyde catalyseur de déshydratation (thorine, oxyde bleu de tungstène) sur les vapeurs d'un alcool primaire, ont obtenu, au lieu du carbure éthylénique, l'amine alcoolique. Celle-ci peut réagir à son tour sur l'alcool en fournissant l'amine secondaire et même un peu d'amine tertiaire. — M. J.-B. **Senderens**, en faisant passer des vapeurs d'acides libres sur de la thorine anhydre chauffée, a obtenu les acétones correspondantes. L'acide propionique donne la diéthylcétone, l'acide butyrique, la dipropylcétone, etc. — M. H. **Wuyts** a mis en évidence l'existence de composés peroxydés dans les solutions éthéro-magnésiennes exposées à l'action de l'oxygène. — M. H. **Leroux** a obtenu deux tétrahydronaphtylglycols, F. 140° et F. 118°, en traitant à l'ébullition et en solution acétique le dibromure de dihydronaphtalène par l'acétate d'argent et saponifiant. Le second est l'isomère *trans* du composé *cis*, F. 135°, déjà préparé par Bamberger et Lodter. Le corps F. 140° est un composé des deux isomères. — M. A. **Pictet** et Mlle M. **Finkelstein** ont effectué la synthèse complète de la laudanosine en passant par l'homovératrylamine, l'acide homovératrique, l'homovératroylhomovératrylamine et la dihydropapavérine. — M. **Arsandaux** a analysé divers échantillons de bauxite; l'alumine y existe à un état d'hydratation voisin de l'hydrate défini $Al^2O^3.H^2O$; l'oxyde de fer est voisin de l'état anhydre; la silice entre sans doute dans une combinaison alumineuse hydratée amorphe. — M. **Florence** décrit un procédé de dosage précis, par gazométrie, de l'urée et de l'ammoniaque urinaires. Il détermine d'abord l'ensemble des deux corps, puis l'urée seule après que les sels ammoniacaux ont été déplacés par le sous-acétate de plomb au bain-marie bouillant. — M. J. **Wolff** montre que les biphosphates alcalins, les citrates tribasiques alcalins et l'acétate manganeux agissent semblablement sur les oxydases naturelles et artificielles, non seulement en maintenant une certaine alcalinité du milieu, mais en jouant le rôle de véritables co-enzymes. — M. H. **Bierry** applique la notion de spécificité aux invertines et aux lactases animales.

3° Sciences naturelles. — MM. H. **Soulié** et G. **Roig** ont examiné 525 bovins des environs d'Alger, chez 74 % desquels ils ont trouvé un piroplasme qui, par ses caractères morphologiques et son inoculabilité, se rapproche du *P. mutans* et du *P. annulatum*. — M. M. **Piettre** a reconnu que, chez les Bovidés, la calcification des lésions tuberculeuses n'est pas un signe de guérison; elle n'est peut-être pas même un effort de défense. — MM. R. **Perrier** et H. **Fischer** ont constaté que le caecum palléal se retrouve chez tous les Bulléens, où il présente trois types : libre, adhérent et exogyre. — M. **Chifflot** montre que le *Monophyllæa Horsfieldii* possède une ou deux feuilles qui sont des feuilles cotylédonaires; la tige qui les supporte est un axe hypocotylé. Cette plante est en voie de mutation, provenant de la culture intensive, et devrait prendre le nom d'*Horsfieldia javanica*. — M. A. **Guilliermond** a observé que l'*Endomyces Magnusii* offre, avant la formation des asques, une véritable conjugaison hétérogamique : les deux gamètes sont de forme et de taille très différentes et ne jouent pas le même rôle dans la fécondation. — M. F. **Canu** a déterminé les Bryozoaires fossiles du Miocène moyen de Marsa-Matrout, en Marmarique. — M. R. **Zeiller** a étudié un cône de *Lepidodendron* à structure conservée provenant de Cabrières, qu'il identifie au *Lepisdostrobus Brownii*, ainsi que les *Lep. Dabadianus*, *Laurenti* et *Rouvillei*; au contraire, le cône de Schimper forme un échantillon distinct, que l'auteur nomme *Lep. Schimperi*. — M. J. **Giraud** et A. **Plumandon** ont trouvé en Auvergne, dans le massif volcanique de « la Comté », une nouvelle région à roches sodiques, allant des néphélinites franches, par des téphrites andésitiques acides à olivine, à des téphrites labradoriques basiques à olivine.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 30 Mars 1909.

MM. **Courmont** et **Oddo** sont élus Correspondants nationaux dans la Division de Médecine.

A la suite d'un Rapport de M. H. **Vincent**, l'Académie émet l'avis que la fièvre récurrente soit inscrite au nombre des maladies dont la déclaration est obligatoire dans toutes les colonies françaises. En raison des modes de transmission du typhus récurrent par les insectes piqueurs, et des mesures de prophylaxie que réclame cette maladie infectieuse, il serait utile que la même mesure fût prise en France. — MM. Ch. **Moureu** et Ad. **Lepape** ont étudié la radio-activité des sources

thermales de Bagnères-de-Luchon. Celles-ci doivent leur radio-activité à l'émanation du radium. Les gaz, là où ils se dégagent spontanément, sont tous riches en émanation. Si la radio activité de certaines sources est faible (Bayen, Reine, etc.), d'autres, par contre, sont fortement radio-actives (Bordeu, Groupe Ferras, Groupe du Pré). — M. **Boinet** a constaté que les anévrismes de l'aorte ascendante peuvent faire dans le péricarde une saillie parfois considérable, s'interposer entre la paroi thoracique et le cœur, comprimer ses cavités et orifices, le refouler en bas, à gauche et en arrière, de façon à simuler une hypertrophie de cet organe. Les anévrismes intra-péricardiques peuvent donner lieu au syndrome asystolique et entraîner aussi des lésions du foie et du rein cardiaques. La saillie de l'anévrisme de l'aorte ascendante dans les espaces intercostaux gauches, observée dans un cas, est exceptionnelle. Enfin ce genre d'anévrisme présente encore comme signe clinique intéressant : la régurgitation rétrograde du sang dans la jugulaire externe, qui indique la compression de la veine cave supérieure; l'épanchement pleurétique droit, tenant à la compression de la veine azygos; l'inféro-traction avec latéro-torsion gauche du larynx. — Le même auteur a reconnu que le cancer pulsatile, l'épithélioma télangiectasique secondaire du sternum peut simuler l'anévrisme extra-thoracique de la crosse de l'aorte. Il indique les principaux éléments du diagnostic différentiel des deux affections. — M. **M. Page** lit un travail sur le traitement des maladies nerveuses par un nouvel extrait cérébral agissant comme une antitoxine.

Séance du 6 Avril 1909.

M. **Marfan** donne lecture d'un travail sur une nouvelle forme de rétrécissement de la trachée par hypertrophie du thymus.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 27 Mars 1909.

M. **C. Levaditi** considère la toxalbumine arséniée qui se forme dans l'organisme après injection d'atoxyle comme plus stable que les récentes recherches de M. Roehl ne le laissent supposer. — M. **N. Fiessinger** a observé que le processus dégénératif de la cellule hépatique au cours des intoxications brutales chez les Batraciens tend à la segmentation en boules isolées du cytoplasma d'abord, et du noyau plus tard. Puis chaque boule dégénère pour son propre compte. — M. **P. Portier** a constaté que tous les liquides (graisses, essences, hydrocarbures) qui mouillent la chitine du stigmate des insectes aquatiques pénètrent à l'intérieur des trachées. Il existe chez les insectes un mécanisme de défense contre les corps gras. — M. **J. Jolly** a observé, chez l'oie et le canard, une disposition spéciale de la structure des ganglions lymphatiques, avec un sinus central, une substance lymphoïde axiale et une substance spongieuse périphérique. — M. **A. Manaud** a pu entraîner des cobayes tuberculeux à supporter des doses de tuberculine plusieurs fois mortelles pour les témoins; la tuberculose évolue alors plus vite chez eux. — MM. **C. Nicolle** et **E. Conseil** ont observé une infection naturelle à *Micrococcus melitensis* chez des cobayes ayant vécu dans des étables à chèvres provenant de Malte. — MM. **P. Bouin** et **P. Ancel** montrent qu'au cours de la gestation l'œuf n'exerce aucune action sur l'utérus avant sa fixation; les phénomènes préparatoires d'évolution de l'utérus sont sous la dépendance unique du corps jaune. — M. **L. Blaringhem** estime que la parthénogénèse des végétaux supérieurs est une qualité récemment acquise, n'indiquant aucune relation de parenté entre les genres, les familles qui la présentent. — MM. **S. Bonnamour** et **L. Thévenot** ont observé de grandes variations de résistance du lapin vis-à-vis de l'adrénaline; on peut arriver à mithridatiser complètement l'animal vis-à-vis de ce poison. — MM. **J.-E. Abelous** et **E. Bardier** ont décelé dans l'urine humaine normale plusieurs substances hypotensives, insolubles dans l'alcool, qui ne dialysent pas, sont retenues par le noir animal, et que l'ébullition ne détruit pas. — M. **J. Nageotte** signale l'existence de granulations fuchsinophiles siégeant dans le protoplasma des cellules névrogliques de la substance grise. — Mlle **A. Drzewina** a relevé la présence de leucocytes à granulations acidophiles dans le sang de huit espèces de poissons Téléostéens. — MM. **P. Emile-Weil** et **Boyé** ont constaté que les extraits desséchés de têtes de sangsues possèdent une action hémorragipare intense sur le lapin. — M. **A. Mauté** a obtenu d'excellents résultats dans le traitement des affections à staphylocoques par l'emploi de vaccins préparés suivant la méthode de Wright; mais il est indispensable d'user pour chaque malade d'un vaccin préparé avec un microbe isolé de ses propres lésions. — MM. **A. Chauffard** et **J. Troisier** ont reconnu que la tache rosée lenticulaire des typhiques est une réaction vaso-dilatatrice locale, trahissant l'existence d'une colonie éberthienne intra-dermique. — M. **A. Policard** a étudié les modifications des filaments bacillaires sidérophiles de la cellule hépatique des Mammifères sous l'influence d'intoxications massives. — MM. **H. Bierry** et **A. Ranc** ont constaté que la lactase des Mollusques hydrolyse tous les dérivés du lactose jusqu'ici soumis à son action; la lactase des animaux supérieurs dédouble le lactose et le lactose-uréide seulement. — M. **F. Sorel** montre que la réaction thermique des cobayes tuberculeux à l'iodure de potassium et la réaction à la tuberculine sont différentes, des animaux accoutumés à l'une continuant à réagir à l'autre. — M. **E. Guyénot** a étudié les variations morphologiques des papilles sensorielles de la trompe des Lépidoptères. — M. **Al. Carrel** a interrompu pendant 12 et 16 minutes la circulation des veines rénales; les animaux sont restés en parfaite santé et n'ont pas présenté de crise épileptique. — MM. **L.** et **M. Lapicque** montrent que, chez les homéothermes au repos, il y a toujours une température ambiante telle que les échanges augmentent si cette température s'abaisse, et diminuent si elle s'élève. L'action de la température extérieure est fonction de la surface. — M. **T. Yamanouchi** a constaté que, chez les animaux préparés avec du sang de tuberculeux, la réaction à la tuberculine est le plus souvent négative jusqu'à la 4e semaine après l'infection; après 6 à 8 semaines, elle est généralement positive. — MM. **W. Mestrezat** et **E. Gaujoux** ont observé une très grande perméabilité méningée aux nitrates dans la méningite tuberculeuse et en tirent une méthode de diagnostic. — M. **P. Mulon** décrit diverses réactions qui rapprochent, chez le cobaye, le pigment du corps jaune de certaines des granulations pigmentées de la surrénale. — M. **L. Gaucher** montre que le citrate de soude agit sur le système nerveux de l'estomac et sans doute aussi sur la musculature en en régularisant les contractions, mais non pas en empêchant la coagulation du lait. — M. **M. Weinberg** a constaté que les anticorps spécifiques disparaissent lentement du sérum des malades opérés de kyste hydatique. On peut observer encore une réaction nette après plusieurs années. — MM. **H. Claude** et **P. Lejonne** ont reconnu qu'une irritation méningée locale aseptique s'accompagne habituellement de réactions encéphaliques très intenses. — M. **A. Chappellier** a observé que la production des follicules de Graaf est continue; mais leur dégénérescence marche de pair avec leur accroissement.

Séance du 3 Avril 1909.

MM. **Ch. Achard, L. Ramond** et **Ch. Foix** ont constaté que, dans les diverses sortes de leucémies, les leucocytes normaux possèdent leurs qualités habituelles : résistance forte et activité normale, tandis que les leucocytes pathologiques, s'ils sont assez résistants, sont, par contre, à peu près inactifs. — M. **A. Manaud** a observé que la tuberculine n'a aucune action directe favorisante ou empêchante, sur la phagocytose *in vitro*.

Mélangée avec les sérums, elle leur enlève leurs propriétés opsoniques et leurs propriétés complémentaires. — M. L. **Launoy** a constaté l'existence de figures karyocinétiques multiples dans le foie en autolyse ou en cadavérisation de la souris blanche adulte. — M. A. **Weber** a étudié la dégénérescence des fibrilles musculaires striées chez le gecko sous l'influence des sarcosporidies; elle paraît dépendre uniquement de phénomènes de compression. — MM. J. **Cluzet** et L. **Bassal** ont reconnu qu'une seule exposition aux rayons X produit une action durable sur la mamelle; tout développement des glandes mammaires de la lapine est empêché pendant au moins deux grossesses successives, séparées par un intervalle de sept mois. — Mlle A. **Drzewina** a observé, dans l'œsophage de la Torpille, un épithélium cylindrique qui vient interrompre la continuité de l'épithélium stratifié. — MM. Ed. **Retterer** et A. **Lelièvre** ont constaté l'existence, dans la musculature intestinale de la Tanche, d'un réticulum hématoxylinophile et d'un hyaloplasma colorable électivement par le carmin aluné. — MM. L. **Nattan-Larrier** et **Parvu** ont reconnu que, chez les sujets atteints d'éosinophilie intense, la défense de l'organisme peut s'effectuer aussi bien par les polynucléaires éosinophiles que par les polynucléaires neutrophiles. — M. M. R. **Castex** a constaté la présence d'une sensibilisatrice spécifique dans le sérum de malades atteints de streptococcies diverses. — MM. H. **Bierry** et P. **Portier** décrivent quelques perfectionnements à leur procédé de dosage du sucre dans le sang. — MM. H. **Bierry** et J. **Giaja** ont dosé le sucre dans le sang du Poulpe; évaluée en glucose, la quantité trouvée est égale à 32 cgr. par litre. — M. P. **Portier** estime que les corps gras introduits dans les trachées des insectes aquatiques sont résorbés à la terminaison des trachées; ils peuvent servir à l'introduction de particules solides et de germes infectieux. — M. H. **Béclère** a observé, dans la leucémie myéloïde, l'évolution continue du mégaloblaste d'abord en normoblaste, puis en pycnoblaste (à l'aide de deux karyocinèses successives), enfin en globule rouge par rejet du noyau. — MM. L. **Babonneix** et P. **Harvier** ont constaté, dans deux cas de tétanos à évolution rapide, des modifications cellulaires des parathyroïdes et une hypersécrétion colloïdale remarquables. — M. P. **Marchal** décrit quelques espèces nouvelles de Cochenilles de l'Afrique occidentale. — MM. A. **Gilbert** et A. **Lippmann** ont observé, à la phase terminale des cirrhoses alcooliques avec ascite, une égalisation remarquable du débit urinaire quotidien. — M. A. **Delcourt** a constaté que les *Notonecta* du Midi s'accouplent avec une forme quelconque des *Notonecta* des environs de Paris, tandis que ces dernières ne s'accouplent qu'entre formes de même espèce. — M. G. **Repaci** a isolé de la flore bactérienne anaérobie de la bouche de l'homme un bacille rappelant par ses caractères le bacille fusiforme de Vincent. — MM. M. **Doyon** et Cl. **Gautier** montrent que, chez le lapin, l'injection de bile rend le sang incoagulable si elle est pratiquée dans une mésaraïque, mais non dans la jugulaire.

RÉUNION BIOLOGIQUE DE MARSEILLE

Séance du 16 Mars 1909.

M. **Fayet** a employé le sérum antitétanique à dose suffisante dans 215 cas de blessures diverses des membres et 130 blessures du pied, et n'a observé aucun cas de tétanos. — M. J. **Livon** a injecté à des cobayes un extrait de corps jaune provenant de truie et de vache; il produit la mort par asphyxie. — MM. **Alezais** et **Peyron** montrent que, contrairement aux conceptions de Cornil et de Ranvier, des cellules isolées d'aspect épithélio-glandulaire banal peuvent, à la faveur d'un mode de groupement spécial, donner lieu à des figures épithéliomateuses de type malpighien. — M. C. **Gerber** a étudié la relation entre la résistance du lait cru aux présures animales et le temps écoulé depuis la traite, lorsque le lait est conservé soit à basse température, soit à la température ordinaire. — MM. **Conor** et **Huon**, en recherchant le pouvoir agglutinant du sérum des chèvres tuées aux abattoirs de Marseille pour le *Micrococcus melitensis*, ont constaté qu'un certain nombre de ces animaux sont infectés par ce microbe.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 19 Mars 1909.

M. C. **Raveau** : *Les lois du déplacement de l'équilibre et le principe de Le Chatelier.* Le célèbre principe énoncé en 1884 par M. H. Le Chatelier n'est pas la seule forme que son auteur, puis d'autres physiciens, en particulier M. Gouy, aient donnée aux lois du déplacement de l'équilibre. M. Raveau se propose de montrer avec quelle facilité des remarques évidentes sur les phénomènes les plus simples conduisent à des relations dont il suffit d'affirmer la généralité pour retrouver diverses formes connues. Deux cas sont considérés : le déplacement de l'équilibre à température constante, avec variation de volume et (en général) de pression; le déplacement de l'équilibre à pression constante, avec mise en jeu de chaleur et (en général) variation de température. L'auteur arrive à deux inégalités, qui peuvent s'exprimer de la façon suivante : 1° *A température constante, la compressibilité est toujours plus grande quand il se produit une modification intérieure que quand cette modification est entravée.* Pour l'enseignement élémentaire, on pourrait présenter ce fait comme évident en disant que *le signe de la variation de volume est le même pour la modification intérieure, considérée isolément, que pour l'ensemble de la transformation*; 2° *La capacité calorifique à pression constante est plus grande quand il se produit une modification intérieure que quand cette modification est entravée.* Sous une forme élémentaire, *la chaleur mise en jeu dans la modification intérieure, considérée isolément, est de même signe que pour la transformation totale.* M. H. **Le Chatelier** est bien d'accord avec M. Raveau que les différents énoncés de la loi du déplacement de l'équilibre stable sont identiques quand au fond, mais il est moins convaincu, en se plaçant au seul point de vue de l'enseignement, que les nouveaux énoncés soient supérieurs aux anciens. Ces remarques amènent M. **Raveau** à préciser qu'il a entendu s'adresser surtout aux professeurs. Son but était de donner, sans faire appel à la Thermodynamique, un exposé qui conduisît à des énoncés rigoureux, assez simples et faciles à retenir, pour servir de guide sûr. Il espère que ce rôle pourra être joué par les énoncés qu'il a donnés. — M. Ch. **Lallemand** : *Les marées de l'écorce et la rigidité du globe terrestre.* Ce sujet vient d'être exposé en détail dans la *Revue* (voir p. 212). — M. Louis **Bréguet** : *Sur les hélices de sustentation.* M. Bréguet commence par justifier les formules générales données par le colonel Renard : $A = \alpha n^2 D^4$, et $T = \gamma n^3 D^5$, où α et γ désignent deux coefficients; A, la poussée en kilogrammes; n, le nombre de tours par seconde; D, le diamètre extérieur en mètres; T, la puissance absorbée en kilogrammètres par seconde. Ces formules ont été contestées; aussi importait-il de les justifier et de montrer qu'elles sont la base de la technique des hélices. De ces formules, il tire deux expressions fondamentales, qui peuvent s'écrire :

$$\text{en posant } \frac{\alpha^{\frac{3}{2}}}{\gamma} = q, \qquad T = \frac{A^{\frac{3}{2}}}{D}\frac{1}{q}, \qquad A = T^{\frac{2}{3}} D^{\frac{2}{3}} q^{\frac{2}{3}}.$$

Ces formules permettent de discuter à peu près complètement toutes les questions qui peuvent se poser au sujet des hélices de sustentation. M. Louis Bréguet propose d'appeler *qualité sustentatrice d'une hélice* l'expression :

$$q = \frac{\alpha^{\frac{3}{2}}}{\gamma}.$$

il montre comment cette qualité définit bien les avantages d'une hélice sur une autre et comment elle se tire immédiatement de l'expérience par la formule :

$$q = \frac{A^{\frac{3}{2}}}{TD}.$$

L'extrême simplicité de cette expression fait préférer à M. Bréguet l'adoption de cette qualité (q) à la quatité (Q) qu'avait proposée le colonel Renard, et il donne la relation qui lie ces deux qualités :

$$\text{qualité Bréguet} = 0{,}258\sqrt{\text{qualité Renard}}.$$

M. Bréguet montre ensuite que cette qualité varie avec les angles d'incidence donnés aux ailes, avec les formes de ces ailes (profils et contours), et enfin avec la fraction de pas totale des ailes de l'hélice considérée. Il montre comment, par une série d'expériences, il a pu déterminer successivement le meilleur profil, le meilleur contour, la meilleure fraction de pas et la meilleure incidence. Il est arrivé ainsi, en suivant les méthodes expérimentales du colonel Renard et par l'emploi de formes arquées, à une hélice optimum dont la qualité sustentatrice a atteint le chiffre excellent de $q = 0{,}35$, soit un gain de 27 °/₀ sur le chiffre réalisé par Renard.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

Séance du 14 Janvier 1909.

M. **A. E. H. Love** présente ses recherches sur *le fléchissement de la Terre par l'action des forces perturbatrices*. Il arrive à la conclusion qu'il n'existe pas de couche fluide uniforme entre le noyau central et la croûte solide de la Terre. Il n'est pas impossible qu'il existe des surfaces au-dessous desquelles il y ait de la matière fondue, mais ces surfaces sont isolées, et la matière fondue ne forme pas une couche continue. Cette conclusion n'empêche pas l'existence possible d'une couche de rigidité relativement faible; mais, si cette couche existe, elle doit être assez rigide pour prévenir un glissement fini de la croûte extérieure sur le corps central. — M. **J. Larmor** envisage les *rapports entre la nutation précessionnelle libre de la Terre et sa résistance contre les déformations dues aux marées*. Il montre que le résultat de Hough — à savoir : que la précession libre de la Terre déformable est la même que celle d'une Terre rigide, de la forme qui résulterait si l'on supprimait le bombement provenant de la force centrifuge de la rotation diurne — est général et s'étend à une Terre d'un degré quelconque d'hétérogénéité ou de plasticité. — Sir **N. Lockyer** : *Notes sur les observations du Soleil et des étoiles dans quelques cercles mégalithiques anglais. IV. Les cercles de Botallek, à Saint-Just* (*Cornouailles*). Le groupe de cercles de Botallek a été érigé pour les observations astronomiques. Il renferme deux cercles distincts d'alignements, l'un associé avec le culte de l'année de mai, l'autre associé avec le rituel de l'année solsticienne plus récent. Comme un alignement d'étoile horaire existe dans chaque groupe, l'auteur en déduit que le culte de l'année de mai a précédé l'année solsticienne d'environ trois cents ans, les dates approximatives étant 1700 et 1400 av. J.-C. — M. **J. A. Crowther** expose ses recherches sur le *passage des rayons de Röntgen à travers les gaz et les vapeurs*. 1° La quantité d'ionisation produite par l'action directe des rayons Röntgen primaires sur un gaz est simplement proportionnelle à la pression du gaz. On ne trouve pas trace appréciable d'émission d'une radiation secondaire douce par le gaz, l'ionisation paraissant due à l'action directe des rayons primaires; 2° L'ionisation relative dans différents gaz, comparée à celle de l'air, varie beaucoup avec la dureté des rayons. Il et C^2H^5Br présentent une augmentation quand la dureté des rayons s'élève; d'autres gaz restent constants ou donnent une diminution; 3° L'ionisation relative dans un gaz suit approximativement une loi additive. Elle dépend un peu de l'état de combinaison, surtout pour les rayons doux; 4° L'absorption varie avec la pression suivant une loi exponentielle; 5° La valeur de la radiation secondaire émise par différents gaz relativement à l'air est, en général, à peu près indépendante de la dureté des rayons primaires; 6° Le coefficient d'absorption des rayons secondaires émis par un gaz, dans ce gaz lui-même, n'est pas anormal; 7° L'ionisation totale dans les différents gaz n'est pas une constante, et les valeurs relatives obtenues diffèrent avec la dureté des rayons; 8° La quantité d'énergie nécessaire pour produire un ion dans divers gaz est différente, et varie aussi avec la dureté des rayons. — M. **R. D. Kleeman** a déterminé la *vitesse des rayons cathodiques émis par les substances exposées aux rayons γ du radium*. Une partie de la radiation cathodique d'une plaque exposée aux rayons γ du radium consiste en rayons très doux qui sont absorbés dans 1 à 2 centimètres d'air. La douceur de la radiation est pratiquement indépendante de l'épaisseur du radiateur et du tamisage préalable des rayons γ à travers un écran épais. La radiation est beaucoup plus douce du côté de la plaque radiante où les rayons γ émergent que du côté où ils entrent. Les mesures de la douceur de la radiation pour des radiateurs de différentes substances, sur le côté où les rayons γ entrent, montrent qu'elle est pratiquement indépendante de la nature de la substance du radiateur. La radiation douce produite par les rayons β et γ du radium ensemble est d'un caractère plus pénétrant que celle que produisent les rayons γ seuls. Les rayons cathodiques pénétrants produits directement par les rayons γ ont des vitesses différentes; la vitesse de ces rayons secondaires est, en général, égale à celle des rayons β du radium.

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE DE LONDRES

Séance du 26 Mars 1909.

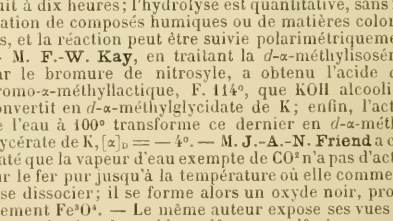
MM. **J. A. Fleming** et **G. B. Dyke** : *La production d'oscillations électriques régulières dans les circuits clos et une méthode d'essai des récepteurs radiotélégraphiques*. En utilisant la faible propriété radiante des circuits clos, les auteurs montrent que, par l'emploi de deux circuits oscillatoires presque clos, — l'un employé comme station de transmission, l'autre comme station de réception, les deux étant placés à une distance de quelques centaines de mètres l'un de l'autre, — on peut réaliser quelque chose d'équivalent aux stations radiotélégraphiques à oscillateurs ouverts à très grande distance. On produit dans un des circuits clos des oscillations amorties extrêmement constantes au moyen d'un transformateur ou d'une bobine d'induction, d'une coupure à étincelle sur laquelle on envoie un jet d'air régulier et d'un interrupteur à mercure. Le circuit récepteur consiste en un circuit carré de fil isolé qu'on peut faire pivoter dans toutes les directions. Ce circuit est relié en série avec un condensateur de capacité variable et avec le détecteur d'oscillations à essayer. S'il est du type actionné par le courant, on le place en série avec le condensateur; s'il est du type actionné par le potentiel, on le place en travers des bornes du condensateur, en l'associant avec une pile shuntée et un téléphone. On peut alors placer le circuit récepteur dans une position telle qu'aucun courant n'y est induit par les oscillations du circuit transmetteur; mais, en le tournant d'un certain angle, on entend des sons dans le téléphone, indiquant la production d'oscillations dans le circuit secondaire. L'angle de rotation est une mesure de la sensibilité du détecteur. Cette méthode s'est montrée d'un grand secours pour l'étude des détecteurs à gaz ionisé. — MM. **J. A. Fleming** et **H. W. Richardson** : *L'effet de l'air soufflé sur la décharge par étincelle d'un condensateur chargé par une bobine d'induction ou un transformateur*. Quand la décharge oscillatoire d'un condensateur a lieu à travers une coupure à étincelle, en chargeant le condensateur par une bobine d'induction ou

un transformateur, l'étincelle intermittente qui se produit est complexe : elle est formée en partie d'une vraie décharge de condensateur, en partie d'un arc à courant alternatif dû au courant provenant directement de la bobine d'induction ou du transformateur. Cette décharge en arc est une source de difficultés quand on fait des mesures quantitatives exactes avec les oscillations électriques, et elle doit être prévenue ou arrêtée pour produire une décharge oscillatoire uniforme. Les auteurs montrent qu'on peut y arriver par un soufflage d'air régulier sur la coupure, pourvu que celle-ci soit petite. Quand elle est assez grande, on peut la remplacer par plusieurs petites coupures en série. — **M. S. W. J. Smith** : *Sur l'action entre les métaux et les acides et les conditions dans lesquelles le mercure produit le dégagement d'hydrogène.* L'auteur étudie l'action d'un acide sur un métal avec dégagement d'H et, sans autre hypothèse que celle de la réversibilité, il montre que, si un état régulier est atteint après le dégagement d'une certaine quantité d'H, il sera défini par une équation de la forme $ah\mathrm{M} = bm\mathrm{H}$, où a et b sont des constantes à une température donnée, h et m les concentrations des ions hydrogène et métal en solution, et H et M des constantes spécifiques de l'hydrogène et du métal. Les expériences de l'auteur justifient l'équation précédente pour le mercure. Avec ce dernier, on peut faire apparaître de l'hydrogène quand l'équilibre a été atteint, soit en réduisant la valeur de m, soit en augmentant celle de h.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Séance du 18 Mars 1909.

M. R. W. Gray et Sir **W. Ramsay**, en comprimant l'émanation du radium, l'ont condensée en un liquide incolore, dont la tension de vapeur est de 100 millimètres à $-74°5$ et de 10.000 millimètres à $+1°5$, et dont la densité est de 7 environ. Le liquide est faiblement phosphorescent avec une teinte verte ou bleu verdâtre; mais, en le refroidissant avec de l'air liquide, il devient successivement bleu d'acier, blanc, jaune et orange; en enlevant l'air liquide, les changements inverses se produisent. — **MM. W. H. Perkin, W. J. Pope** et **O. Wallach** ont séparé l'acide 1-méthylcyclohexylidène-4-acétique, par le moyen de son sel de brucine, en deux composants optiquement actifs; l'acide gauche fond à 52°5 et possède un pouvoir rotatoire spécifique de $-81°$ en solution alcoolique. Ce cas est remarquable en ce que le corps considéré ne possède aucun atome asymétrique. — **M. Ch. W. Moore** a extrait du rhizome de l'*Apocynum androsæmifolium* une résine brune A, insoluble dans l'eau chaude ou froide, et une résine brune B, soluble dans l'eau chaude. La résine A renferme un peu d'ipuranol, de l'acétovanillone, les acides palmitique, stéarique, oléique et linolique, et une grande quantité de matière insaponifiable, d'où l'on a extrait deux alcools nouveaux : l'androstérol, $C^{30}H^{49}OH$, F.208°-210°, et l'homoandrostérol, $C^{27}H^{43}OH$, F.192°. La résine B contient un peu d'acétovanillone. Dans la portion de l'extrait alcoolique du rhizome soluble dans l'eau froide se trouve un glucoside de l'acétovanillone, l'androsine, F.218°-220°, et une substance nouvelle, l'apocynamarine, $C^{28}H^{36}O^{6}.2H^{2}O$, F.170°-175°, très amère et très toxique. — **MM. G. Barger** et **A. J. Ewins**, en faisant agir PCl^5, puis l'eau, sur le 3:4-méthylènedioxymandélate d'éthyle, ont préparé un certain nombre d'éthers méthyléniques et de carbonates cycliques reliés aux acides dihydroxyphényl-acétique,-glycolique et-glyoxylique. — **MM. J. T. Hewitt, S. H. Newman** et **T. F. Winmill** ont constaté que l'hydroxyaposafranone obtenue à partir de la safranine est identique avec celle qu'on prépare par la méthode de Jaubert avec le nitrosophénol et la *m*-hydroxydiphénylamine. La synthèse d'une phénosafranine asymétrique par oxydation de l'aniline avec la 2:4'-diaminodiphénylamine, décrite par Barbier et Sisley, n'a pu être réalisée; la safranine obtenue par ces auteurs doit probablement son origine à la présence de 4:4'-diaminodiphénylamine. Ces constatations sont en faveur de la formule symétrique de Bernthsen pour la phénosafranine. — **M. S. Ruhemann**, en condensant le phénylpropiolate d'éthyle avec la sodiobenzamide, a obtenu un composé $C^{16}H^{11}O^{2}Az$ en aiguilles rouge sombre, F.184°, donnant des sels bleus avec les alcalis; c'est probablement la diphényldicétopyrroline. — **MM. Al. Mc Kenzie** et **H. A. Muller** ont réalisé la synthèse asymétrique de l'acide *d*-lactique par la réduction du pyruvate de *d*-amyle. Il apparaît que plus l'agent asymétrique directeur est optiquement actif, plus la synthèse asymétrique est prononcée. — **M. Ch. Dorée** a étudié l'action de l'ozone sur plusieurs dérivés du cholestérol; tous, à l'exception de l'α-cholestanol, réagissent, et la détermination des indices d'ozone confirme l'hypothèse de Molinari qu'une seconde double liaison est présente dans la molécule de cholestérol. Toutefois, l'addition de la deuxième molécule d'ozone ayant lieu avec beaucoup de difficulté, il se peut qu'il y ait développement de ce groupement dans la molécule sous l'influence de l'ozone, puis addition subséquente. — **M. M. M. P. Muir** a préparé le bioxyde d'iode IO^2 ou I^2O^4 par déshydratation et désoxydation partielle de l'acide iodique en le chauffant avec l'acide sulfurique concentré. C'est un corps cristallisé jaune pâle; $d = 4,2$. Il est décomposé à 130° en I et O. Il est un peu soluble dans l'acide sulfurique concentré; il forme un composé $I^2O^4.3SO^3$. — **M. J. C. Irvine** a constaté qu'une solution de chitine dans HCl concentré se transforme à 45° en chlorhydrate de glucosamine en huit à dix heures; l'hydrolyse est quantitative, sans formation de composés humiques ou de matières colorantes, et la réaction peut être suivie polarimétriquement. — **M. F.-W. Kay**, en traitant la *d*-α-méthylisosérine par le bromure de nitrosyle, a obtenu l'acide *d*-β-bromo-α-méthyllactique, F. 114°, que KOH alcoolique convertit en *d*-α-méthylglycidate de K; enfin, l'action de l'eau à 100° transforme ce dernier en *d*-α-méthylglycérate de K, $[\alpha]_D = -4°$. — **M. J.-A.-N. Friend** a constaté que la vapeur d'eau exempte de CO^2 n'a pas d'action sur le fer pur jusqu'à la température où elle commence à se dissocier; il se forme alors un oxyde noir, probablement Fe^3O^4. — Le même auteur expose ses vues sur la constitution des acides sulfureux, sulfurique, carbonique et formique, qu'il représente par les schémas :



— **MM. S.-R. Best** et **J.-F. Thorpe**, en faisant réagir le dibromure d'éthylène sur le cyanoacétate d'éthyle sodé, ont obtenu l'αδ-cyanoadipate d'éthyle, qui se transforme facilement en carbonate d'éthyle et 2-imino-3-cyanocyclopentane-1-carboxylate d'éthyle, d'où l'on retire le 1-imino-2-cyanocyclopentane. Aux dépens de ces composés iminés, les auteurs ont préparé de nombreux dérivés du cyclopentane. — **M. J.-F. Thorpe** a répété la synthèse du 1 : 1-diméthylcyclopentane-3 : 4-dione-2 : 5-dicarboxylate de méthyle par la méthode de Komppa, mais n'a obtenu qu'un rendement de 10 %. — **M. H. Mc Combie** et **Mlle E. Parry**, en condensant l'anisaldéhyde-cyanhydrine en présence de HCl gazeux, ont obtenu un composé fondant à 156° et de la 3-céto-2 : 5-di-p-méthoxydiphényl-3 : 4-dihydro-1 : 4-diazine; la cinnamaldéhyde-cyanhydrine, soumise au même traitement, fournit la 3-céto-2 : 5-distyryl-3 : 4-dihydro-1 : 4-diazine. — **MM. A.-W. Titherley** et **W.-L. Hicks**, en traitant la phénylbenzométoxazone par PCl^5, ont obtenu la 2 : 4-dichlorophénylbenzométoxazine, qui, sous l'influence de $POCl^3$, présente de la tautomérie due à la migration des atomes de Cl : il se forme une substance cristalline jaune, qui est décom-

posée par l'eau en benzoylsalicylonitrile. — MM. **W.-J. Pope** et **S.-J. Peachey** poursuivent leurs recherches sur les composés alkylés du platine. — MM. **A. W. Crossley** et **Ch. Gilling** ont reconnu que le malonate d'éthyle sodé réagit sur la 5-chloro-1 : 1-diméthyl-Δ^4-cyclohexène-3-one avec formation de 1 : 1-diméthyl-Δ^4-cyclohexène-3-one-5-acétate d'éthyle et élimination de carbonate d'éthyle. — M. **G.-S. Walpole** décrit un appareil simple à sécher les gaz pour l'emploi avec une pompe pneumatique mécanique. — M. **J.-F. Mackey** a préparé quelques éthers organiques du trioxyde d'antimoine, par chauffage de Sb^2O^3 avec l'alcool ou le phénol en présence soit de $CuSO^4$ anhydre, soit de Ca métallique. Voici les points d'ébullition des éthers sous une pression de 30 millimètres : méthylique, 65°; éthylique, 115°-120°; propylique, 143°; isobutylique, 144°; amylique, 170°; isoamylique, 163°; phénylique, 250°; *o*-tolylique, 352°; *p*-tolylique, 345°. Ils correspondent à la formule R^3SbO^3.

SOCIÉTÉ ANGLAISE DE CHIMIE INDUSTRIELLE

SECTION DE BIRMINGHAM

Séance du 4 Février 1909.

M. **J. H. Stansbie** a étudié l'influence de petites quantités d'éléments dans le cuivre sur ses réactions avec l'acide nitrique. Il conclut que la cause principale de la diminution du volume d'oxyde nitrique libéré par la dissolution des alliages de cuivre dans l'acide nitrique est la formation d'une solution solide de l'élément dans l'excès de cuivre.

SECTION DE MANCHESTER

Séance du 5 Février 1909.

MM. **L. G. Radcliffe** et **J. Allan** ont déterminé les constantes de la cire des fleurs de jasmin. Le point de solidification est de 56°-57°. Les valeurs données par le butyroréfractomètre de Zeiss sont de 30, à 84° C., à 44, à 56° C. L'indice d'acide correspond à 2,8 milligrammes de KOH pour 1 gramme de cire. L'indice d'iode par la méthode de Wijs est de 52 à 53 °/₀. — M. **J. Hübner** a reconnu que l'addition de sel à la lessive de soude caustique employée dans la mercerisation a un effet défavorable sur le rétrécissement des échevaux de coton traités, sur l'affinité des fibres de coton pour les colorants substantifs et sur le lustre des fibres traitées. — M. **L. G. Radcliffe** a constaté que le tétrachlorure de carbone donne avec la phénylhydrazine un composé blanc cristallin, fondant entre 198° et 200° C., et avec la triéthylphosphine un composé d'addition moléculaire blanc. D'autre part, il a dosé le sulfure de carbone qui accompagne généralement CCl^4 par une modification de la méthode de Gastine, consistant à transformer CS^2 en xanthate de K et à le titrer avec une solution d'iode N/10. — M. **J. H. Lester** a observé un tissu de coton teint, incomplètement mercerisé, où les portions de fibre non attaquées montraient une teinte beaucoup plus claire que le reste du tissu.

SECTION DE NEWCASTLE

Séance du 11 Février 1909.

M. **F. G. Trobridge** a isolé du goudron produit par les fours à coke Otto-Hilgenstock, par distillation fractionnée et précipitation avec le chlorure mercurique, les quatre bases suivantes : pyridine, 2-méthylpyridine (α-picoline), 4-méthylpyridine (γ-picoline), 2 : 4-diméthylpyridine (αγ-lutidine).

SECTION DE NEW-YORK

Séance du 19 Février 1909.

M. **J. Alexander** fait une conférence sur la chimie des colloïdes et quelques-unes de ses applications techniques (industries de l'argile et de la poterie, du plâtre de Paris, des engrais, de la teinture, du savon, du lait, etc.).

SECTION D'ÉCOSSE

Séance du 16 Février 1909.

M. **W. C. Anderson** étudie les facteurs qui constituent la valeur des thés. Les qualités utilitaires qui affectent le plus sensiblement la valeur des thés sont : l'arome, l'amertume, le corps et la couleur de la liqueur. Les pointes doivent être enlevées là où elles existent; les feuilles rouges doivent être ôtées dans les thés de qualité supérieure; pour les thés communs, où l'on recourt à la cueillette libre, les conditions de fabrication doivent contribuer à donner la meilleure apparence conciliable avec la rétention d'une amertume suffisante de l'infusion. — M. **J. Traquair** a préparé par traitement de l'amidon sec avec l'acide acétique glacial un mélange d'éthers acétiques auquel il donne le nom de féculose. La féculose donne avec l'eau une solution claire et homogène qui n'est pas réversible après un repos de quelques heures. Étendue sur une plaque de verre, elle sèche en donnant une pellicule claire et flexible, égale à celle qu'on obtient avec la meilleure gélatine. La féculose peut être employée comme succédané des gélatines et gommes, pour l'apprêt des textiles, dans la confiserie, dans la fabrication du papier.

SECTION DU YORKSHIRE

Séance du 18 Janvier 1909.

MM. **S. H. Davies** et **B. G. Mc Lellan** décrivent une méthode rapide pour la détermination de CO^2 dans l'atmosphère. C'est une modification de la méthode de Lunge et Zeckendorf, qui consiste à déterminer la quantité d'air nécessaire pour saturer l'hydrate de baryte employé pour absorber CO^2.

SOCIÉTÉ ALLEMANDE DE PHYSIQUE

Séance du 19 Février 1909.

MM. **A. Wehnelt** et **F. Jentzsch** rendent compte de leurs *recherches au sujet de l'énergie d'émission électronique*. On sait que le charbon, les métaux et les oxydes métalliques, chauffés dans le vide, émettent des électrons négatifs, susceptibles d'être éliminés par un champ électrique de direction et d'intensité convenables, de façon à refroidir le corps chauffé. Pour maintenir constante la température du corps pendant cette diminution d'énergie, il convient de lui fournir un supplément d'énergie. Les auteurs s'attachent plus particulièrement à déterminer la quantité d'énergie de l'émission électronique d'un fil de platine électriquement chauffé et enduit de CaO. Les valeurs expérimentales qu'ils résument dans leur travail sont toutes supérieures aux valeurs calculées; le rapport des deux valeurs décroît à mesure qu'augmente la température et que le vide devient de plus en plus imparfait. Les auteurs ne sont pas encore en mesure d'indiquer la raison du désaccord quantitatif entre la théorie et l'expérience. — M. **A. Wehnelt** décrit un appareil fort simple de démonstration des courbes d'aimantation et d'hystérèse, appareil qui s'inspire du dispositif de M. Koepsel, tout en étant plus simple et plus petit. — M. **W. Nernst** présente une étude sur *le pouvoir dessiccateur de l'endosmose*. On sait que ce phénomène consiste en ce que le courant galvanique transporte des liquides à travers les non-conducteurs poreux. Il emprunte un intérêt technique aux essais si originaux faits pour priver la tourbe et les substances poreuses similaires de l'eau qu'elles renferment. En munissant, par exemple, une plaque d'argile poreuse et humide de deux électrodes en réseau et en appliquant une tension convenable, on voit le côté supérieur se dessécher, en même temps que l'eau sort d'en bas. L'on n'a, par conséquent, qu'à disposer la substance à des-

sécher sur le côté supérieur de la plaque pour lui faire communiquer à cette dernière l'humidité qu'elle contient. Ce pouvoir hydrophile n'a, du reste, qu'une intensité assez faible, que l'auteur détermine par voie indirecte, à l'aide de la hauteur d'ascension endosmotique. Une plaque d'argile, baignée d'eau à sa face inférieure, comporte, à sa face supérieure, une substance dessiccatrice maintenant la tension de vapeur à une valeur donnée. L'équilibre s'établit en raison de la vaporisation d'eau qui se fait à travers la plaque d'argile jusqu'à ce qu'une hauteur d'ascension donnée soit atteinte. L'effet utile du dessèchement endosmotique est assez modeste. — M. **O. von Bayer** rend compte d'une nouvelle *méthode pour augmenter la luminosité et la netteté des bandes d'interférence sur les plaques à faces parallèles*. Il dispose, d'un côté de la plaque, un milieu d'exposant de réfraction un peu supérieur à celui de l'air. En choisissant un angle d'incidence convenable, il réalise, à la limite verre-air, la réflexion totale des rayons, qui, de l'autre côté, quittent la plaque en l'effleurant. C'est ainsi qu'il concentre d'un côté de la plaque l'intensité sortante tout entière, en même temps qu'il augmente la netteté des bandes d'interférence. — M. **H. Lehmann** indique le principe d'un *écran de projection nouveau à surface métallique*, qu'il utilise, depuis quelque temps déjà, pour la démonstration des photographies en couleurs naturelles. Après avoir décrit la préparation des surfaces métalliques à réflexion diffuse, l'auteur expose en détail les propriétés de ces dernières. Les écrans d'aluminium lisse s'emploient avec avantage surtout pour les micro-projections et les projections des phénomènes physiques de faible intensité lumineuse, tels que les effets de polarisation et surtout les spectres, qui se présentent avec une richesse de couleurs extraordinaire. La luminosité de cet écran est douze fois plus grande que celle de l'écran ordinaire.

ALFRED GRADENWITZ.

ACADÉMIE DES SCIENCES D'AMSTERDAM

Séance du 27 Février 1909.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. **J. de Vries**: *Une famille d'équations différentielles du premier ordre*. Transformation et intégration de plusieurs catégories d'équations différentielles du premier ordre à l'aide de considérations géométriques très simples. — M. **J. C. Kluyver**: *Sur un théorème du calcul intégral dû à Gegenbauer*. Il s'agit du théorème d'après lequel il est possible de transformer le produit de deux fonctions $J^\nu(ax)$, $J^\nu(bx)$ de Bessel de même paramètre $\nu > -\frac{1}{2}$ en intégrale définie (Nielsen : « Handbuch der Theorie der Cylinderfunktionen », p. 182). Dans un article antérieur sur le « vagabond indécis » (*Rev. génér. des Sc.*, t. XVI, p. 962), l'auteur s'est servi de ce théorème dans le cas $\nu = o$ pour la déduction de quelques intégrales discontinues contenant des fonctions de Bessel. Ici il en donne une démonstration directe et il en déduit des extensions des résultats antérieurs. — M. **D. J. Korteweg** présente au nom de M. **L. J. E. Brouwer**: *Sur la transformation continue et uni-univalente de surfaces en elles-mêmes*. Démonstration des trois théorèmes suivants : 1. Une transformation continue et uni-univalente à indicatrice invariante d'une surface fermée bilatérale à connexion simple admet au moins un point invariant. 2. Il n'est pas nécessaire qu'il y ait un point invariant dans le cas de l'indicatrice renversée. 3. Dans le cas d'une surface unilatérale, il y a au moins un point invariant. On obtient un exemple bien simple qui prouve le théorème 2, si l'on imagine d'abord la correspondance entre les points P, P' d'une sphère situés de manière que le plan normal à PP' au point milieu soit fixe et qu'ensuite on fasse tourner l'une des moitiés dans lesquelles ce plan divise la sphère d'un certain angle autour de la normale à ce plan dans le centre. — M. **E. F. van de Sande Bakhuyzen** présente au nom de M. **W. de Sitter**: *Sur les solutions périodiques d'un cas particulier du problème des quatre corps*. Le cas particulier en question est celui d'un corps central et de trois planètes ou satellites dont les masses sont petites en comparaison de celle du corps central, se mouvant autour de ce corps en des orbites situées dans le même plan, les mouvements moyens (en longitude) étant entre eux à peu près comme les nombres 4, 2, 1. Ce cas se réalise pour Jupiter et ses trois satellites intérieurs, si l'on néglige les inclinaisons des orbites, l'influence du quatrième satellite et du Soleil et l'aplatissement de la planète. L'auteur trouve 16 combinaisons satisfaisant aux conditions de symétrie. Deux de ces combinaisons sont réalisables, quelles que soient les masses; quatre autres exigent une relation déterminée entre ces masses; les dix combinaisons restantes sont impossibles ; de chacun des deux groupes de deux et de quatre combinaisons, la moitié est instable.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — M. **J. D. van der Waals** : *Contribution à la théorie des mélanges binaires*. XIII. Dans les communications précédentes, l'auteur a considéré une certaine courbe fermée comme la projection de l'intersection des deux surfaces $\frac{d^2\psi}{dx^2} = 0$ et $\frac{d^2\psi}{dv^2} = 0$ sur le plan (v, x) ; ici il s'occupe de la projection de cette courbe d'intersection sur le plan (T, x). — Ensuite M. van der Waals présente au nom de M. **Ph. Kohnstamm** : *Sur la forme des isopiestes des mélanges binaires*. II. — M. H. A. Lorentz présente : 1° au nom de M. **O. Postma** : *Sur le calcul de la pression d'un gaz à l'aide de l'hypothèse d'un ensemble canonique*. Critique sur la méthode de M. L. S. Ornstein (*Rev. génér. des Sc.*, t. XX, p. 198) ; 2° au nom de M. **L. S. Ornstein** : *Détermination de la pression d'un gaz à l'aide de la Mécanique statistique de Gibbs*. Réfutation de la critique de M. Postma; 3° au nom de M. **J. J. van Laar** : *Sur l'état solide*. L'auteur donne quelque extension aux résultats qu'il a déposés ailleurs (*Archives Teyler*, t. XI, p. 235-331).

3° SCIENCES NATURELLES. — M. **C. Eykman** : *Recherches dans le domaine de la désinfection*. La résistance des bacilles de la même culture contre des températures élevées est individuellement très différente. Tandis que la majorité meurt en quelques minutes, quelques-uns sont encore vivants après un quart d'heure, une demi-heure. Si l'on porte le temps sur l'axe des abscisses, le nombre des bacilles survivants sur l'axe des ordonnées, on obtient la courbe des survivants dans la forme du signe intégral $\int$ renversé. Cependant, les recherches de MM. Madsen et Nyman mènent à une courbe d'une autre forme ; c'est pourquoi M. Eykman a étudié la question de plus près. Ses résultats nouveaux en faveur de la première courbe sont déposés en des diagrammes. — M. **W. Einthoven** présente : Recherches faites au Laboratoire physiologique de l'Université de Leyde. — M. **J. P.** van der Stok présente : 1° au nom de M. **S. H. Koorders** : *Polyporandra Junghuhni, espèce de la famille des Icacinaceae, non encore publiée, de l'Herbier de Leyde*; 2° au nom de M. **E. Dubois** : *Sur une oscillation de longue durée du niveau de l'eau du sol dans les dunes de la Hollande*. — M. G. C. J. Vosmaer présente au nom de Mlle **W. E. Coward** : *On Ptilocodium repens, a new gymnoblastic Hydroid epizoic on a Pennatulid*. — M. C. A. Pekelharing présente au nom de M. **J. G. Sleeswyk** : *Contribution à l'étude de l'anaphylaxie du sérum*. II.

P. H. SCHOUTE.

Le Directeur-Gérant : LOUIS OLIVIER.

Paris. — L. MARETHEUX, imprimeur, 1, rue Cassette.

20e ANNÉE N° 9 15 MAI 1909

Revue générale des Sciences pures et appliquées

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER, Docteur ès sciences.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. L. OLIVIER, 18, rue Chauveau-Lagarde, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et dans tous les pays étrangers, y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Physique

La théorie des serres. — Suivant une opinion assez répandue, la température relativement élevée qui s'établit à l'intérieur d'une enceinte close, recouverte de verre et exposée aux rayons du soleil, serait due à une transformation des longueurs d'ondes; les rayons thermiques du soleil, susceptibles de pénétrer à travers le verre, élèveraient, en frappant les parois de l'enceinte, la température de celle-ci : l'énergie calorifique serait réémise par les parois sous la forme d'ondes de longueur bien plus considérable, incapables de traverser le verre. Aussi les serres agiraient-elles comme trappes à rayonnements.

Dans un récent Mémoire, le Professeur R.-W. Wood[1] fait remarquer que, loin d'adopter cette façon de voir, il avait toujours cru ne devoir attribuer à l'action précédente qu'un rôle secondaire, le rôle du verre consistant essentiellement à empêcher l'air échauffé par le sol, à l'intérieur de l'enceinte, de s'échapper de cette dernière. En ouvrant les portes d'une serre par un jour froid et venteux, la trappe à rayonnements semble, en effet, perdre beaucoup de son efficacité. Aussi l'auteur est-il d'avis qu'une serre faite d'un verre transparent aux ondes de toutes longueurs présenterait une température presque — sinon absolument — aussi élevée que celle des serres ordinaires. L'écran transparent permettrait, en effet, aux rayonnements solaires d'échauffer le sol; ce dernier augmenterait à son tour la température du volume d'air limité que renferme l'enceinte, tandis qu'à l'air libre, le sol, en raison des courants de convexion, viendrait sans cesse en contact avec des couches d'air froid.

Afin de vérifier cette théorie, l'auteur a construit deux enceintes de carton noir mat, recouvertes : l'une d'une plaque de verre, l'autre d'une plaque de sel gemme d'égale épaisseur, et qui renfermaient chacune l'ampoule d'un thermomètre : elles étaient enveloppées de coton, à l'exception des plaques transparentes, exposées à la lumière du Soleil. Or, la température à l'intérieur de ces deux enceintes est montée graduellement à 65°, et, comme la plaque de sel gemme transmettait les ondes de grande longueur, arrêtées par le verre, l'enceinte recouverte de la plaque de sel s'est trouvée être un peu en avance sur l'autre. Afin d'éliminer cette perturbation, l'auteur a disposé sur l'une et l'autre une plaque de verre tamisant la lumière du Soleil.

Toutes choses étant ainsi établies, l'auteur n'a pu constater même un degré de différence entre les températures des deux enceintes, la température maxima étant d'environ 55°. Grâce à nos connaissances sur la distribution de l'énergie spectrale du rayonnement émis par un corps à cette température, nous sommes fondés à dire que la plaque de sel gemme donne passage à peu près à l'ensemble de ce rayonnement, tandis que celle de verre l'arrête entièrement. Aussi, la perte de température que subit le sol en raison du rayonnement est-elle très petite en comparaison de la perte par convexion, c'est-à-dire que l'interception du rayonnement est d'une utilité excessivement limitée.

Les rayons du Soleil pénétrant l'atmosphère d'une planète, la Terre, par exemple, en échauffent le sol, qui, à son tour, augmente la température de l'atmosphère par contact et par les courants de convexion qui s'établissent. La chaleur reçue s'accumulerait ainsi dans l'atmosphère, où elle resterait, en raison du faible pouvoir de rayonnement des gaz. Il semble peu probable que l'atmosphère soit échauffée à un degré considérable, même dans les conditions les plus favorables, par l'absorption du rayonnement venant du sol.

Les chaleurs spécifiques des solutions. — L'évolution des applications thermo-dynamiques aux problèmes de Chimie fait voir de plus en plus l'importance qu'il y a à connaître exactement les chaleurs spécifiques des corps.

Dans un récent Mémoire sur le calcul des équilibres chimiques, M. Nernst[1] signalait la nécessité de déterminer les chaleurs spécifiques des corps, non pas pour une température donnée, mais pour une série de températures différentes. Au lieu d'établir les relations qui représentent les variations des chaleurs spécifiques avec la température, il conviendrait de faire des déter-

[1] *Phil. Mag.*, février 1909.

[1] *Göttinger Nachrichten*, 1906.

minations individuelles très précises (à environ 2 °/₀ près) de cette grandeur. Or, comme les méthodes jusqu'ici suivies dans ce genre de recherches sont laborieuses et d'un emploi malaisé aux températures très élevées ou très basses, et que, d'autre part, la plupart des résultats jusqu'ici obtenus représentent des *moyennes* ne correspondant aux chaleurs spécifiques réelles qu'avec une approximation assez vague, M. H. Schlesinger, sur le conseil de M. Nernst, vient d'élaborer une méthode nouvelle permettant d'apprécier facilement les chaleurs spécifiques *réelles* des liquides, pour une température quelconque, intermédiaire entre les points de congélation et d'ébullition[1].

Le principe servant de base à cette méthode consiste à utiliser la modification de volume d'un liquide comme critérium de ses variations de température. Le liquide est introduit dans un appareil consistant essentiellement en un dilatomètre, qui renferme, en son centre, une spirale de fils de platine fins. En lançant à travers cette spirale (de résistance connue) une quantité donnée d'électricité, on mesure la quantité de chaleur communiquée au liquide. Le coefficient de dilatation du liquide permet de calculer la variation de température, et l'ensemble de ces données suffit à établir immédiatement la chaleur spécifique voulue. L'auteur admet : 1° que la chaleur spécifique se maintient constante pendant les variations de température; 2° que la modification de volume est proportionnelle à la variation de température; 3° que la chaleur tout entière est absorbée par le liquide. Il démontre la légitimité parfaite de ces hypothèses.

Les résultats sont relatifs aux substances suivantes : Acide sulfurique normal à 40° (moyenne : 0,867), et à des températures variables entre 0 et 60°; acide sulfurique à 85 °/₀ à 0° (moyenne 0,388), et à des températures variables entre 0 et 70°; acide sulfurique à 65 °/₀, à des températures variables entre 0 et 70°; pentane à 78° (moyenne : 0,467) et à 0° (0,512).

§ 2. — Chimie physique

La production, sous l'action de la lumière, d'aldéhyde formique dans les corps albuminoïdes. — Dans un travail présenté l'année dernière à l'Académie Royale des Sciences de Copenhague, M. Aage-A. Meisling signalait la sensibilité à la lumière que présentent certains colloïdes organiques, notamment la gélatine et la gomme.

Dans un Mémoire ultérieur, communiqué à cette même Académie, l'auteur tâche d'établir la cause de l'action précipitante et durcissante de la lumière, constatée lors de ses recherches antérieures; d'autre part, il s'attache à trouver des méthodes permettant de mesurer l'intensité de l'action lumineuse, à l'aide d'un photomètre de sa construction, où l'effet obtenu est gradué par filtration de la lumière au travers d'un nombre croissant (1-20) de feuilles de papier de soie blanc. Des chiffres imprimés opaques éliminent toute action lumineuse aux endroits qu'ils recouvrent. Les comparaisons se font à l'aide de trois colonnes de chiffres placées à côté de carrés noirs. L'intensité des rayonnements colorés est mesurée en disposant, devant les trois colonnes de chiffres, des verres de différentes nuances. Le papier et les pellicules au charbon utilisés dans ces expériences ont été sensibilisés par des matières colorantes de l'aniline.

L'action lumineuse est mesurée : 1° par la modification que provoque la lumière dans la puissance d'adsorption des substances et dans la solubilité des mêmes substances dans l'eau chaude; 2° par les modifications de teintes et de nuances des couleurs d'aniline employées; 3° par les réactions chimiques que déterminent les corps formés par l'éclairement de la gélatine.

La lecture des chiffres donne immédiatement le degré de décoloration déterminé par la lumière dans les matières colorantes du papier à filtrer et le changement de teinte de la gélatine colorée. L'action exercée par la lumière sur la gélatine incolore ou sensibilisée se démontre par la méthode du relief.

L'auteur constate qu'aux endroits exposés à la lumière, la gélatine pure ou additionnée de glycérine présente des réactions intenses qui démontrent la présence d'aldéhyde formique, en fournissant ainsi une explication satisfaisante de l'action coagulante et durcissante qu'exerce la lumière sur la gélatine : 1° en répandant sur le papier gélatiné, exposé à la lumière, la solution de Fehling, on voit les parties altérées par la lumière se colorer en brun rougeâtre par suite de la précipitation du cuivre; 2° l'aldéhyde formique possède le pouvoir de former, grâce à une synthèse par oxydation, les colorants des différents composants.

D'autre part, en traitant la gélatine exposée à la lumière par des solutions diluées de divers colorants d'aniline, comme aussi en éclairant une gélatine colorée au préalable par les mêmes solutions colorantes, l'on obtient des résultats assez intéressants : les parties exposées prennent un ton plus foncé (rouge-violet), en même temps que diminue la puissance d'adsorption vis-à-vis de l'eau. Or, cette augmentation de l'adsorption des colorants se retrouve chez les noyaux cellulaires et les microbes; on peut s'en servir pour obtenir des reproductions polychromes.

Tandis qu'une insolation intense et prolongée de la gélatine détermine une décoloration des parties impressionnées (de façon qu'un négatif peut donner, à volonté, des copies soit positives soit négatives), le papier à filtrer coloré par l'érythrosine donne d'emblée, aux endroits éclairés, une épreuve négative, produite par une décoloration rapide. Cette décoloration est certainement due à la production d'une substance qui décompose les colorants. Or, il a été démontré par différentes recherches que l'éclairement de la gélatine et celui du papier déterminent la formation de peroxyde d'hydrogène, dû, suivant les expériences de l'auteur, aux substances mêlées à la gélatine et surtout aux substances résineuses.

Dans le cas des pellicules au charbon, sensibilisées par une solution aqueuse d'érythrosine, l'auteur obtient également des copies négatives avec des négatifs photographiques. En sensibilisant ces mêmes pellicules par le bichromate de potasse, il produit des épreuves positives. Ce phénomène, assez compliqué, constitue un effet de solarisation analogue à ceux que présente la plaque photographique aux sels d'argent.

§ 3. — Géologie

Les publications du Service géologique de l'Indo-Chine. — Le Service géologique de l'Indo-Chine, sous l'impulsion de M. Lantenois, a pris un essor nouveau. Il a, depuis deux ans, publié un assez grand nombre de Cartes et de Mémoires, dont l'ensemble constitue la plus remarquable contribution à la géologie de l'Indo-Chine.

Je signalerai tout d'abord les feuilles déjà anciennes (1907) de Cao-Bang (n°9) et de Ha-Lang (n° 10) de la Carte géologique provisoire à 1/200.000. A ces feuilles fait suite la feuille à 1/100.000 de That-Khe, récemment distribuée et due au capitaine Zeil. La gravure et le coloriage de ces cartes sont très satisfaisants et l'ensemble est fort harmonieux; il n'y a qu'une légère critique à exprimer : c'est que la direction des couches ait été notée au moyen de gros traits rouges, que l'on prend au premier abord pour des filons. Le procédé employé pour lever rapidement ces cartes géologiques est fort intéressant; il a consisté à utiliser la bonne volonté et le zèle des officiers de l'armée coloniale, chargés d'établir la carte topographique. M. Lantenois leur a demandé de lui communiquer tous les renseignements sur l'allure générale et la nature des roches, la direction des couches, etc.; il n'a plus eu ensuite qu'à faire

[1] *Phys. Zeitschr.*, n° 6, 1909.

copier et coordonner ces données par ses collaborateurs réguliers. L'un de ces officiers, le capitaine Zeil, est même devenu un véritable géologue.

C'est lui qui est l'auteur d'un des Mémoires récemment consacrés à la géologie de l'Indo-Chine. Ces Mémoires ne sont pas des publications officielles du Gouvernement général de l'Indo-Chine; ils ont été insérés dans les *Mémoires de la Société géologique de France*, ce qui leur donne une vulgarisation plus grande[1]. Le Mémoire du capitaine Zeil, accompagné d'une carte géologique en couleur, est, en quelque sorte, l'explication de la carte de That-Khé et de la future feuille de Pho-Binh-Gia.

Le travail de M. Lantenois constitue la mise au point de tout ce que nous savons sur la géologie de l'Indo-Chine. Il y expose surtout celle du Tonkin, résumant et coordonnant dans une synthèse heureuse les travaux de ses collaborateurs.

Il est naturellement complété par l'exposé qu'a donné cet ingénieur[2] des résultats de la Mission au Yunnam dont il avait la direction, et qui comprenait deux autres géologues du Service géologique de l'Indo-Chine, MM. Mansuy et Counillon; cette Mission faisait suite, pour ainsi dire, à celle de M. Leclère[3] et avait pour but d'étudier les ressources minières de la région, en vue de l'établissement du chemin de fer.

Enfin, des documents paléontologiques ont été apportés par le travail de M. Mansuy[4]; c'est une description des principaux fossiles caractéristiques des faunes primaires et secondaires de notre colonie; il est accompagné de 17 planches en phototypie; il sera très précieux aux géologues de l'Indo-Chine et leur permettra de reconnaître les terrains encore peu connus et d'en déterminer l'âge. Au point de vue théorique, il fait connaître ces faunes fossiles encore trop peu étudiées, qui mériteraient de faire l'objet d'une monographie détaillée et d'un travail comparatif avec les faunes similaires d'autres régions du globe. Il pourrait en ressortir des constatations fort intéressantes et fort utiles.

On ne peut qu'applaudir à la publication des résultats obtenus par le Service géologique de l'Indo-Chine. C'est la première fois, à ma connaissance, que l'une des colonies françaises commence à imiter de loin les colonies anglaises dans lesquelles il existe un Service géologique; il ne semble pas, d'ailleurs, qu'au point de vue pratique ni les unes ni les autres aient à s'en repentir.

Paul Lemoine,
Docteur ès sciences,
Chef des travaux de Géologie coloniale
au Muséum d'Histoire naturelle.

§ 4. — Botanique

Une nouvelle plante potagère : l'Ansérine amarante. — Il y a une trentaine d'années, le botaniste Honoré Roux découvrit, dans des terrains vagues aux environs de Marseille, une plante nouvelle appartenant au genre *Chenopodium*. En 1907, MM. Coste et Reynier retrouvaient cette espèce, qu'ils décrivirent sous le nom de *Chenopodium amaranticolor* ou Ansérine amarante. M. D. Bois, assistant au Muséum, ayant été appelé à donner son appréciation sur la valeur de cette plante, exprima l'opinion que ses feuilles pourraient sans doute être utilisées au même titre que celles de l'Epinard, et il entreprit, à ce sujet, avec un certain nombre de ses collègues de la Société nationale d'Acclimatation, une série d'expériences de culture au moyen de graines et d'essais de consommation. Voici les résultats obtenus[1] :

Sous le climat de Paris, les graines d'Ansérine amarante doivent être semées du 15 avril au 15 mai, en pots, sous châssis. La germination s'effectuant rapidement, les jeunes plantes seront repiquées et conservées sous verre jusqu'au moment de la mise en place en plein air, qui ne devra être effectuée qu'à la fin du mois de mai ou dans les premiers jours de juin; en raison du grand développement que prennent les plantes, il est nécessaire de les espacer de 60 centimètres.

Ce n'est que sous l'influence d'une température élevée que leur croissance devient rapide. Si l'été est chaud, elles acquièrent en peu de temps des dimensions (2 m. de hauteur) qui permettent de cueillir successivement, pour l'emploi culinaire, des feuilles qui se renouvellent jusqu'au moment où les premières gelées sévissent et font périr les plantes.

La plante exige une somme de chaleur telle que ses graines ne peuvent arriver à mûrir sous le climat de Paris. Au sud de la Loire, les conditions changent; mais c'est surtout dans la région méridionale que cette espèce parcourt le cycle complet de sa végétation, donnant, avec le maximum de feuilles bonnes à consommer, une abondante récolte de graines. Elle semble ainsi pouvoir s'acclimater dans beaucoup de nos colonies.

Au point de vue culinaire, tous les expérimentateurs se sont accordés à reconnaître que l'Ansérine amarante constitue un excellent succédané de l'Epinard : d'une manière générale, on trouve qu'il y a similitude complète de saveur entre les deux légumes. Etant donnée la végétation luxuriante de l'Ansérine amarante pendant l'été, période durant laquelle l'Epinard monte en graines et ne donne que des récoltes minimes, en raison aussi de l'ampleur des feuilles, produites en abondance, son utilisation comme plante potagère serait très intéressante.

§ 5. — Physiologie

Un troisième ton du cœur. — En poursuivant, à l'aide de son galvanomètre à corde, les recherches commencées il y a quelques années au sujet des tons du cœur, M. W. Einthoven, en collaboration avec MM. J.-H. Wieringa et E.-T. Snijders[2], a eu l'occasion de constater que, dans certains cardio-phonogrammes, peu après les vibrations du deuxième ton, il se produit une nouvelle vibration qu'on ne saurait interpréter que comme troisième ton cardiaque.

La figure 1 (p. 392) représente l'électro-cardiogramme d'un jeune homme sain de vingt et un ans, étendu, pendant les expériences, sur une couchette horizontale.

Le commencement du troisième ton est, en général, de 0,13 seconde postérieur à celui du deuxième et antérieur de 0,32 seconde au commencement du premier ton subséquent. La durée approximative du premier ton est de 0,08, celle du deuxième de 0,05, et celle du troisième de 0,02 à 0,03 seconde. Les deux premiers tons sont des bruits se composant de sons de hauteurs irrégulières. La distance mutuelle de certains sommets de la courbe démontre l'existence de tons se composant de plus de cent vibrations entières par seconde, tandis que le troisième ton ne semble se composer que d'une seule vibration, d'une période d'environ 0,02 seconde.

L'intensité du troisième ton est variable : Tout en faisant entièrement défaut dans certains pouls, il atteint, dans la figure 1, l'amplitude maxima de

[1] Capitaine Zeil : Contribution à l'étude géologique du Haut-Tonkin. *Mémoires Soc. géol. France*, [4], t. I, mémoire n° 3. — H. Lantenois : Note sur la géologie de l'Indo-Chine. *Ibid.*, n° 4. — R. de Lamotte : Note sur la géologie du Cambodge et du Bas-Laos. *Ibid.*, n° 5.

[2] H. Lantenois : Résultats de la Mission géologique et minière du Yunnam méridional : *Annales des Mines*, 1907; 209 pp., 5 pl.

[3] Leclère : Etude géologique et minière des provinces chinoises voisines du Tonkin : *Annales des Mines*, 1901.

[4] H. Mansuy : Contributions à la carte géologique de l'Indo-Chine : *Service des Mines*, Hanoï-Haïphong, 1908; 74 pp., XVIII pl.

[1] *Bulletin de la Société nationale d'Acclimatation*, t. LVI, p. 56 et suiv., février 1909.

[2] *Nederl. Tijdschrift voor Geneeskunde*, 1907, t. II, n° 8.

2 millimètres. Les amplitudes des vibrations formant les premier et deuxième tons, sensiblement égales entre elles, atteignent 14 millimètres. L'intensité maxima du troisième ton est, par conséquent, environ sept fois plus faible que l'un ou l'autre des deux premiers.

M. Einthoven n'hésite pas à considérer la présence de ce troisième ton comme un phénomène tout à fait normal, se produisant chez la plupart des sujets, d'autant plus que beaucoup de cardio-phonogrammes antérieurement enregistrés font également voir des indications de cette vibration antérieure.

Pour expliquer la présence du troisième ton, M. Einthoven fait remarquer que cette vibration, se produisant régulièrement, avec une amplitude variable, mais avec une période et des caractères presque constants, dans une phase sensiblement identique des mouvements cardiaques, doit nécessairement être liée au fonctionnement même du cœur. Cette régularité est d'autant plus remarquable que les sons pro-

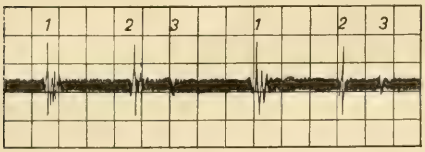


Fig. 1. — *Electro-cardiogramme d'un jeune homme sain.* — 1, 2, 3, premier, deuxième et troisième tons du cœur.

duits par le fonctionnement du cœur présentent des variations multiples, contrastant d'une façon éclatante avec la grande constance de l'électro-cardiogramme, dont la forme permet même de caractériser les différents individus.

L'explication la plus vraisemblable du troisième ton consisterait à l'attribuer à une vibration des valvules semilunaires de l'aorte. Ces valvules supportent, en effet, pendant la diastole, la pression sanguine à l'intérieur de l'aorte, qui, comme on le sait, est sujette à de nombreuses fluctuations durant chaque période du fonctionnement du cœur. Aussi n'y aurait-il rien d'étonnant à ce que l'amplitude de ces fluctuations de pression, dans certains cas, devienne suffisante pour que la valvule, après le ton diastolique, subisse encore une fois un accroissement considérable de la tension, entraînant de nouveau une courte vibration.

§ 6. — Géographie et Colonisation

Les récents progrès de la navigation sur le Rhin supérieur[1]. — La Suisse, qui a, au point de vue des transports, le grand inconvénient d'être un pays intérieur, très éloigné de la mer, cherche à bénéficier du bon marché des taxes fluviales. La plus grande partie de son commerce se fait par la vallée du Rhin, et c'est grâce à l'utilisation de ce fleuve, si merveilleusement outillé et aménagé[2], que les céréales russes destinées à la Suisse trouvent avantage à passer par Rotterdam plutôt que d'être débarquées à Gênes ou à Marseille. A mesure que se poursuivait l'amélioration du Rhin, sa « construction » (*Strombau*), comme disent les Allemands, le terminus de la navigation se reportait à Mannheim, à Strasbourg, à Bâle, qui marque aujourd'hui la dernière des « échelles rhénanes ».

Là encore, comme pour toutes les œuvres d'intérêt public, on retrouve en Suisse cette ténacité, cette prudence, cet accord remarquable de l'Etat (représenté par la Confédération et le Canton) et de l'initiative privée. Une Association pour la navigation du Rhin supérieur s'est formée, il y a quelques années; elle a travaillé à l'instruction des intéressés et, quand l'opinion a été suffisamment préparée, des subventions ont été demandées aux Pouvoirs publics. Chaque année marque un progrès nouveau.

En 1908, la période de navigabilité a duré 191 jours (du 1er avril au 8 octobre), sur lesquels 144 seulement ont pu être utilisés, les nouveaux remorqueurs capables de passer sous les ponts de Kehl n'ayant été prêts que le 18 mai. Pour prouver la navigabilité du fleuve, il fallait attirer des services de bateaux en subventionnant des Compagnies. C'est ce que firent les Bâlois en s'adressant au début à une Compagnie de Ruhrort et, l'an dernier, à deux Compagnies de Mannheim. En 1908, le nombre des voyages d'aller et retour entre Bâle et Strasbourg a été de 30 (contre 8 en 1907), et le trafic total s'est élevé à 13.877 tonnes (contre 4.250 en 1907). Les marchandises transportées se composent surtout de houille (10.000 tonnes), céréales et fers importés en Suisse; le fret de retour est peu considérable, 1.592 tonnes contre 1.026, l'année précédente : il est constitué par des produits de l'industrie électro-chimique suisse (carbure de calcium, ferrosilicium).

Les bateaux s'adaptent mieux aux conditions de navigabilité du fleuve; en 1908, le tonnage maximum d'un convoi composé de deux chalands a atteint 835 tonnes (300 en 1904, 542 en 1907); d'autre part, des convois ont pu descendre le fleuve en aval de Strasbourg sans changer de remorqueurs. Des courses de voyageurs ont été organisées plus fréquemment et plus régulièrement en aval et en amont de Bâle; on a compté 50.000 personnes en 1908, contre 3.000 en 1907.

Les opérations de chargement et de déchargement s'effectuent sur la rive gauche du Rhin, le long d'un quai de 317 mètres de longueur, construit en 1907 par le gouvernement cantonal, avec une subvention fédérale. Deux grues électriques fonctionnent déjà; d'autres vont être installées pour la campagne qui se prépare. Le quai est relié à la gare de Saint-Jean, sur la ligne Bâle-Strasbourg. Le contrat pour 1909 conclu avec la Compagnie Fendel prévoit un plus grand nombre de services; on compte sur un trafic hebdomadaire de 5.000 tonnes[4].

La durée du voyage Strasbourg-Bâle (130 kilomètres) est de trente heures à la remonte et de cinq à la descente, alors qu'il faudrait compter sept jours pour des chalands de 150 tonnes empruntant la voie des canaux pour aller de Strasbourg à Mulhouse et de cette dernière ville à Huningue. C'est, d'ailleurs, la raison pour laquelle les Bâlois ont renoncé à prolonger ce canal jusque dans leur ville.

En amont de Bâle, et en dehors de la navigation de plaisance, aucun essai concernant les transports de marchandises n'a été tenté. On en est encore à la période d'éducation de l'opinion publique, à laquelle travaillent trois Sociétés d'études ayant leur siège à Bâle, Constance et Saint-Gall. Cependant les travaux qui se poursuivent à Augst et à Laufenburg en vue de capter les forces motrices du Rhin doivent être effectués de manière à concilier les intérêts de l'industrie et ceux de la navigation.

Pierre Clerget,
Professeur à l'Ecole supérieure de Commerce de Lyon.

[1] Maurice de Coppet : La Navigation sur le Haut-Rhin en 1908. *Moniteur officiel du Commerce*, 5 novembre 1908. Cf. les articles de M. Gaston Valran, dans le *Bulletin de la Chambre de Commerce française de Genève*, janvier et février 1909.

[2] Cf. Pierre Clerget : La mise en valeur et l'utilisation économique du Rhin. *Revue générale des Sciences*, 30 décembre 1906.

[4] Les bénéfices résultant de l'emploi du fleuve ressortent des chiffres suivants : la taxe kilométrique minimum est de 0 fr. 0225 par les chemins de fer allemands et de 0 fr. 0125 par la navigation fluviale. Pour le même parcours Strasbourg-Bâle, 10 tonnes de houille payent par le fleuve 31 fr. 25, et 40 francs par chemin de fer.

L'ÉVOLUTION DES DÉPRESSIONS BAROMÉTRIQUES ET LES RÈGLES DE PRÉVISION DE M. GUILBERT[1]

Il y a 18 ans, en avril 1891, M. Gabriel Guilbert exposait à la Société Météorologique de France un certain nombre de règles pratiques qui lui permettaient de déduire d'une situation météorologique donnée, caractérisée par une carte d'isobares, les changements qu'éprouverait cette situation du jour au lendemain. Au Congrès que tint l'Association française pour l'avancement des Sciences à Caen, en 1894, il indiquait comment, en combinant l'observation des nuages et l'application d'une de ses règles, il pouvait prévoir l'arrivée imminente ou la brusque disparition d'une tempête, en un lieu quelconque, sans avoir besoin d'être en un Bureau météorologique où le télégraphe apporte chaque matin des nouvelles de toute l'Europe. *C'est en ce sens que le présent livre intéresse tous ceux que préoccupe, pour une raison pratique ou théorique, l'important problème de la prévision du temps à brève échéance.*

Pour quelles raisons les idées de M. Guilbert, exposées par lui dans l'*Annuaire de la Société Météorologique de France*, résumées dans diverses Notes à l'Académie des Sciences, développées dans le *Bulletin mensuel de la Commission météorologique du Calvados* qu'il rédige depuis de longues années, ont-elles mis si longtemps à se faire jour?

Sans insister sur des causes secondaires sans intérêt pour l'histoire de la science, on peut dire que la vraie raison est que la Météorologie n'est pas enseignée en France. En deux ou trois établissements existent des cours de Météorologie, dont certains tout à fait remarquables, mais donnés comme à titre accessoire. *Aucune Université française ne possède une chaire magistrale de Météorologie.* Il arrive donc que des hommes doués d'un sens profond des problèmes météorologiques, et qu'un enseignement didactique eût suffi à mettre en garde contre des incorrections de langage, n'ont pas pu, faute de trouver cet enseignement à leur portée, suppléer aux lacunes de leur éducation scientifique. Entre eux et ceux qui, au contraire, munis d'une culture étendue, n'ont appris la Météorologie qu'après coup, des malentendus surgissent qu'il est difficile de dissiper.

J'ai déjà eu l'occasion de remarquer que M. Guilbert emploie parfois d'une manière incorrecte le vocabulaire scientifique, et que le lecteur peut à bon droit s'étonner du libellé de certaines propositions des « Principes de prévision » annexés au *Rapport sur le Concours de Liége*. Le lecteur aurait tort, cependant, de prendre prétexte de quelques formules contestables pour ne pas approfondir une méthode qui a fait ses preuves.

Le Mémoire de M. Guilbert sur les « successions nuageuses », ses communications à la *Société Météorologique* et aux Congrès de l'Association française pour l'avancement des Sciences doivent le faire classer au nombre des météorologistes de tempérament et de carrière. Sans doute, il lui est arrivé de critiquer avec une certaine aigreur la « Météorologie officielle », qui, selon lui, restait trop longtemps stationnaire; mais ce fut sans jamais méconnaître tout ce que doit la science météorologique aux grandes institutions telles que le Bureau Central Météorologique de France. Quelque progrès que l'on puisse réaliser un jour, on ne devra jamais oublier que les travaux du Bureau Central, les documents qu'élaborent avec une haute conscience les savants qui s'y occupent du Service des avertissements, resteront la base fondamentale sur laquelle devra s'édifier toute œuvre solide.

A vrai dire, M. Guilbert l'oublie si peu qu'il a proclamé, à l'occasion, la supériorité des cartes du Bulletin quotidien du Bureau Central français sur les cartes étrangères, avec une vivacité qui a provoqué, hors de nos frontières, certaines susceptibilités. Mais il en a provoqué encore, — et de très légitimes, — par l'expression donnée parfois à sa critique des prévisions établies en dehors de sa méthode. Quoi qu'il en soit, cette méthode repose-t-elle sur des bases sérieuses et constitue-t-elle un progrès réel? La question, à mon sens, ne se pose plus. Celles qui se posent désormais sont les suivantes :

Peut-on donner à la méthode de prévision qui, « *entre les mains de M. Guilbert*, donne des résultats si surprenants *dans des cas où les méthodes classiques échouent*[1] », une forme qui soit à l'abri des objections adressées à son exposé? Et peut-on donner de ses principes un énoncé assez objectif pour qu'ils conduisent aux mêmes succès tout autre météorologiste?

[1] La présente étude constitue la *Préface* d'un ouvrage qui va paraître chez Gauthier-Villars : *Nouvelle méthode de prévision du temps*, par Gabriel Guilbert, lauréat du Concours international de Liége, secrétaire de la Commission météorologique du Calvados.

[1] Teisserenc de Bort : *Ann. Soc. Météor. de France*, 54e année, 1906, p. 35.

A la première de ces deux questions, je répondrai aujourd'hui d'une façon très affirmative; à la seconde, je ferai une réponse plus réservée. L'ouvrage actuel est un effort pour en hâter la solution.

M. Teisserenc de Bort et moi, nous avons vivement engagé M. Guilbert à publier cet ouvrage d'ensemble, où fussent rappelés ses principes et où fussent donnés de nombreux exemples d'application de ces principes à des situations déterminées. Par l'examen détaillé du mécanisme d'exécution de quelques prévisions concrètes, on reconnaîtra sans peine que tout l'essentiel des principes de prévision de M. Guilbert était bien donné dans son *Exposé*, quelque concis qu'il fût, mais que ces principes sont heureusement complétés par un certain nombre de règles auxiliaires qu'il n'était pas inutile de formuler.

Ma conviction est que l'étude de ces prévisions — dont plusieurs sont réellement des prévisions *faites avant l'événement et rédigées dans des cartes postales dûment timbrées* — ne suffira pas à conférer au lecteur l'expérience de la prévision que possède M. Guilbert, mais l'y acheminera et lui sera un guide précieux.

Depuis la publication de mon *Rapport sur le Concours de prévision du temps organisé par la Société belge d'Astronomie en septembre 1905*, la question a fait l'objet de nombreux travaux. Dans la *Monthly Weather Review*, de Washington, M. Oliver Fassig a appelé l'attention de tous les météorologistes sur le Mémoire de M. Guilbert; et M. Cleveland Abbe a cité, comme un bon exemple d'application de la méthode expérimentale à la Météorologie, mes expériences, suggérées par une des règles de M. Guilbert, sur l'action mécanique exercée par un courant horizontal sur un tourbillon vertical. Au Congrès de la *British Association*, à Leicester, en 1907, M. Shaw, directeur du *Meteorological Office*, qui a succédé à M. Mascart comme président du *Comité météorologique international*, a consacré une longue Communication à l'exposé et à la discussion de mon Rapport sur le Concours de Liége. M. Nils Ekholm a écrit, en juillet 1907, dans la *Meteorologische Zeitschrift*, sur les règles de M. Guilbert, un article que j'aurai souvent l'occasion de citer.

Lors de la réunion exceptionnelle de la *Société météorologique allemande* à Hambourg, en septembre 1908, à l'occasion du cinquantenaire de la Société, le directeur actuel de la *Deutsche Seewarte*, M. Köppen, a consacré aux règles de Guilbert une importante Communication; en attendant que la publication en soit faite, il a bien voulu m'en envoyer un résumé manuscrit. Il reconnaît que, « dans le cas typique d'une dépression mouvante », ce que nous ont appris les météorologistes tels que Angström sur les vents à l'avant et à l'arrière correspond bien à la règle de Guilbert; pour lui, il y aurait à voir si, dans le cas plus général d'une modification quelconque de la dépression, la règle reste toujours vraie, ou si elle ne se vérifie que moyennant certaines conditions particulières qui seraient réalisées dans les exemples cités par Guilbert. Enfin, de divers côtés, notamment de l'Observatoire météorologique d'Amsterdam, nous avons reçu des témoignages de praticiens qui appliquent les règles de Guilbert avec profit.

Au risque de faire double emploi avec certains chapitres du livre de M. Guilbert, je résumerai d'abord ici ses règles de prévision, et je rappellerai l'interprétation que j'en ai donnée : j'examinerai ensuite, d'après les auteurs précédents, et d'après les conversations que j'ai eues à ce sujet, les principales objections qui lui ont été adressées.

I

Le problème fondamental de la Météorologie de prévision est le problème de l'évolution et de la marche des dépressions barométriques. Tout le *temps*, au sens ordinaire du mot, est déterminé, dans notre Europe, par le passage des dépressions. Supposons qu'une bourrasque — en entendant par ce mot l'ensemble que constituent la dépression barométrique et le système de vents qui tournent autour de son centre — arrive du large, passe sur la Manche et la mer du Nord, pour disparaître ensuite vers le nord-est. En France, le baromètre baissera jusqu'au moment où le centre de la dépression passera à la moindre distance de la station d'observation, pour se relever ensuite; la direction du vent est déterminée par la règle de Buys-Ballot : en regardant le vent de façon qu'il vous arrive en pleine poitrine, on a le centre de dépression à sa droite. Le vent tournera, au cours de la marche de la dépression, du sud au sud-ouest, à l'ouest, au nord-ouest et jusqu'au nord. Les pluies accompagnent en général le passage de la dépression, le plus souvent plus fortes à l'arrière qu'à l'avant; la violence du vent est en raison de la profondeur de la dépression et augmente à mesure que la distance de la dépression diminue. Une bourrasque qui passe au sud de notre pays aura des effets qui se détermineront par l'application des mêmes règles.

Les effets produits par le passage d'une même dépression varient quelque peu, aux divers points du territoire, suivant les conditions locales. Et, à mon sens, l'avenir de la prévision en un pays tel que la France serait dans une combinaison, à doses convenables, et de la prévision centralisée et de la prévision régionale. Le pays pourrait être divisé en

une dizaine de régions : en chacune d'elles serait un bureau situé, autant que possible, auprès d'un Observatoire, à qui le Bureau Central enverrait de Paris, comme à l'heure actuelle, une dépêche un peu détaillée donnant la distribution des pressions sur l'Europe à 7 heures du matin, *mais en la complétant par des détails circonstanciés sur la distribution probable des pressions sur l'Europe le lendemain.* Munis de cette donnée, les Bureaux régionaux, d'après les signes locaux du temps et d'après leur expérience propre, formuleraient une prévision pour la région, qui pourrait être communiquée par télégraphe ou par téléphone aux communes et organisations abonnées.

Quoi qu'il en soit, le problème qui consiste à déduire, d'une carte des isobares à un jour donné, la carte du lendemain, est le problème essentiel de la Météorologie pratique. Ce problème n'a pas reçu, jusqu'à présent, de solution générale. M. Guilbert donne à cet égard des citations caractéristiques des météorologistes les plus qualifiés : M. Mascart, M. Angot, M. Vincent, auxquelles je me reprocherais de rien ajouter.

En général, les dépressions barométriques sont animées d'un mouvement de translation de l'ouest à l'est, ou plutôt de l'WSW à l'ENE. Le météorologiste allemand Van Bebber a dressé la carte des trajectoires les plus habituellement suivies par les centres de dépression sur l'Europe.

Remarquons, toutefois, que l'examen de cette carte de moyennes ne nous apprendra pas si une dépression donnée, dont le centre est à un carrefour, aiguillera à droite et à gauche ; elle ne prétend, d'ailleurs, nous représenter que les routes les plus fréquentées, mais il n'est aucun chemin, si irrégulier soit-il, qui n'ait chance d'être suivi par un centre de dépression. Que l'on regarde, pour prendre un exemple, au lieu d'une carte de moyennes, la carte de toutes les trajectoires réellement suivies par les centres de dépression qui ont passé sur l'Europe, au mois d'octobre, de 1872 à 1887, telle que l'a dressée le général Rykatchew[1] ; et qu'on veuille bien la comparer à une carte de trajectoires de cyclones tropicaux. On appréciera ainsi l'irrégularité de marche des bourrasques européennes.

Une bourrasque, d'ailleurs, n'est pas une chose stable et invariable, comme une bouée dans un grand courant. Elle peut se creuser ; elle peut se combler et disparaître. Nous en voyons s'éteindre. L'intéressante tentative de Gordon Bennett, d'annoncer en Europe le départ des bourrasques qui quittent les côtes d'Amérique, comme on annonce le départ des paquebots, n'a pas abouti au succès définitif parce que, des bourrasques parties, plusieurs se détruisaient en route, tandis que d'autres naissaient en plein océan.

Si l'on arrive un jour à suivre dans leur marche les bourrasques océaniennes par l'organisation régulière d'un service de télégraphie sans fil, ce sera un progrès incontestable. Mais, pour que ce progrès soit vraiment utilisé, il faudra, en outre, que l'on sache ce que va devenir une bourrasque aperçue, dans le ciel ou sur la carte, par l'apparition des cirrus ou par la distribution des isobares. Va-t-elle grandir ou diminuer? va-t-elle stationner sur place, reculer vers l'ouest, s'échapper vers le nord ou vers le sud?

C'est à ce problème que M. Guilbert, le premier, prétend apporter une solution rationnelle, par ses trois règles du *vent normal*, de la *marche des dépressions vers les régions de moindre résistance*, et de *la hausse propagée à gauche de l'excès de vent.*

Première règle. — L'idée essentielle de M. Guilbert consiste à comparer, autour d'une dépression, la valeur du gradient barométrique et la force du vent; sa première règle est que « *toute dépression qui donne naissance à des vents de force supérieure à la normale se comblera plus ou moins rapidement* ».

Rappelons qu'autour d'un centre de basse pression, caractérisé par des isobares fermées et à peu près circulaires, les vents tournent, en sens inverse des aiguilles d'une montre dans notre hémisphère, dans le sens des aiguilles d'une montre dans l'hémisphère austral, et que la direction du vent est sensiblement tangente à l'isobare, avec toutefois une inclinaison par rapport à l'isobare, vers l'intérieur de la dépression, qui est en moyenne de 20°; elle varie, suivant les cas, de 10° à 40°. Le vent est d'autant plus violent que la dépression est plus profonde : cette profondeur se mesure par la grandeur du *gradient barométrique*, c'est-à-dire du nombre de millimètres de mercure dont la pression baisse pour une distance, perpendiculaire à l'isobare, de 1 degré géographique de 111 kilomètres.

Plus les isobares, tracées, comme d'habitude, de 5 en 5 millimètres, sont serrées, plus le gradient est fort, et plus la vitesse du vent doit être grande.

Or, on constate des anomalies de vent très fréquentes : vents trop forts ou trop faibles pour un gradient donné. Clément Ley, Sprung, Köppen ont cherché quel rapport existe entre la force du vent et la valeur du gradient : ils sont arrivés, pour les côtes anglaises et allemandes de la Manche, de la mer du Nord, de la Baltique, à un nombre moyen voisin de 4. Le rapport entre la vitesse du vent, en mètres par seconde, et le nombre de millimètres

[1] Hildebrandsson et Teisserenc de Bort : *Les bases de la Météorologie dynamique*, t. II, p. 174.

par degré, qui représente le gradient, est environ 4.

Dans l'échelle de Beaufort, où l'on caractérise la force du vent par un chiffre, de 0 à 9, qui, au moins pour les premiers chiffres, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, représente sensiblement la moitié de la vitesse du vent en mètres par seconde, on devra donc avoir, en moyenne, un vent caractérisé par un *chiffre qui soit le double du gradient* : vent 2 pour un gradient de 1 millimètre par degré, vent 4 pour 2 millimètres par degré, etc.

Ce rapport 2 est un rapport empirique, moyen; et je reprendrai cette question dans un instant. Si le rapport réel du vent, évalué dans l'échelle de Beaufort, qui est employée dans la télégraphie météorologique, au gradient en millimètres de mercure, dépasse 2, dit M. Guilbert, c'est que le vent est anormal par excès; s'il n'atteint pas 2, c'est que le vent est anormal par défaut.

Je dirais, à sa place : Si le rapport du vent au gradient dépasse *notablement* 2, le vent est anormal par excès; s'il est *notablement* inférieur à 2, l'anomalie est par défaut; et cela pour tenir compte précisément de la variabilité du rapport que M. Guilbert appelle *normal* et que des causes diverses, et en quelque sorte ordinaires, pourraient écarter de la valeur moyenne : mais, si l'*anomalie* est notable, c'est qu'à ces causes s'ajoute quelque autre chose. C'est, suivant mon interprétation, qu'au vent qui fait partie intégrante du tourbillon se superpose alors un courant aérien, de même sens ou de sens opposé, qui, du dehors, agit sur le tourbillon.

Imaginez qu'on remplace la bourrasque par un courant électrique vertical, susceptible de se mouvoir dans un champ magnétique horizontal, dont les lignes de force seraient les lignes de vent : nous verrons que les régions du champ qui attireront ou repousseront le courant électrique mobile seront les régions mêmes de la carte qui attireront ou repousseront notre bourrasque. Mais, pour étudier l'action électrodynamique, il faudra distinguer, autour du courant électrique, entre les lignes de force magnétique qui sont les siennes, et qu'il emporte avec lui, et celles qui existent dans le champ magnétique qui agit sur lui. La distinction qu'il y aurait à faire entre les lignes de force propres au courant et celles qui, du dehors, agissent sur lui, si l'on voulait résoudre le problème d'Électrodynamique, est tout à fait comparable à la distinction qu'implique la règle du vent normal.

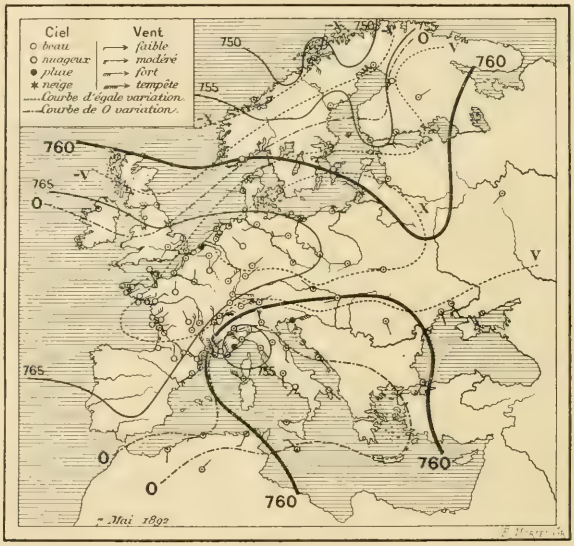


Fig. 1. — *Exemple de compression du cyclone.* — Une dépression sur le golfe de Gênes est entourée de tous côtés de vents forts, anormaux par excès. La prévision faite d'après les errements habituels doit annoncer la continuation, c'est-à-dire « mauvais temps en Provence ». La méthode Guilbert annonce la destruction sur place de la dépression.

Quelle que soit, par ailleurs, la valeur de la comparaison, la règle de Guilbert conduit incontestablement à de bons résultats : une dépression entourée de tous côtés de vents anormaux par excès se comble, et cela d'autant plus vite que l'excès est plus fort. Nous pouvons donner comme exemple typique la carte du 7 mai 1892, étudiée au cours de l'ouvrage. Les exemples analogues de *compression du cyclone* abondent, et M. Ekholm déclare, dans l'article qu'il a consacré à la méthode : *Diese Guilbert's Regel ist ohne Zweifel für die Prognose wertvoll und wird von ihm, wie erscheint, mit Erfolg benutzt.*

Deuxième règle. — Il est fort rare qu'une bourrasque soit entourée de tous côtés de vents anormaux par excès. Qu'arrivera-t-il si, de trois côtés, à l'ouest, au sud et à l'est, elle est entourée de vents en excès, et si, au nord, elle est entourée de vents ou simplement normaux ou même anormaux par défaut? Elle sera chassée vers le nord, qui est, pour son déplacement, la région de moindre résistance. Les autres courants latéraux, anormaux par

excès, opposent à sa marche une barrière : elle s'échappe par le côté où cette barrière présente une solution de continuité.

Très satisfaisante pour l'esprit, si la première règle est admise, cette seconde règle a donné lieu parfois à des interprétations inexactes. La plus grave est celle qu'a provoquée la dénomination, constamment employée par M. Guilbert, de *vent divergent*.

Si, en une région voisine d'une dépression, le vent, de direction normale, est anormal par défaut, cette région est pour la dépression une région de moindre résistance. Elle sera pour la dépression une région d'attraction d'autant plus forte que l'anomalie par défaut sera plus grande : si le vent devient nul, l'anomalie augmente, et, avec elle, l'attraction pour la bourrasque. Supposons que le vent au point considéré vienne à souffler dans la direction opposée au sens normal que commanderait la dépression au même point : on peut dire que l'anomalie par défaut est plus grande encore que si le vent était simplement nul, et l'attraction pour la bourrasque plus forte encore. C'est à ce vent, *de sens opposé à celui que déterminerait la bourrasque au même point*, que M. Guilbert donne le nom de *vent divergent* : dénomination que j'ai critiquée et expliquée, dans ma *Note additionnelle au Rapport sur le Concours de prévision du temps*.

Une bourrasque a son centre sur l'Irlande. Elle comporte, sur la mer du Nord, des vents de sud, ou plus exactement, à latitude égale, de SSE. ; un vent directement opposé, présentant au maximum le caractère de « divergence » au sens de M. Guilbert, est un vent de NNW. Ce vent, s'il existe sur la mer du Nord, attirera immanquablement une dépression d'Irlande : la région où règne ce vent « divergent » est, pour la bourrasque, par excellence, la région de « moindre résistance ».

La raison pour laquelle j'ai craint d'obscurcir et de compliquer encore le problème en substituant un terme différent à celui de « divergent », qu'emploie M. Guilbert, est que, sous ce mot unique, il comprend deux choses distinctes. Dans l'exemple cité d'une bourrasque d'Irlande, un vent de nord sur la mer du Nord, — vent tangentiel dont le moment, par rapport au centre de dépression, serait de sens tel que la rotation qu'il lui donnerait serait dans le sens des aiguilles d'une montre, — est un vent qui attire la dépression. Un vent d'ouest, soufflant en droite ligne du centre de la dépression, est également un vent d'attraction pour elle. Vent exactement centrifuge, vent tangentiel à rotation dextrorsum, tels sont les deux vents dont l'effet est d'attirer la dépression : ce sont ces deux types de vent, qui peuvent se trouver agir, ou séparément, ou ensemble, et que M. Guilbert groupe sous la dénomination unique de *vents divergents*.

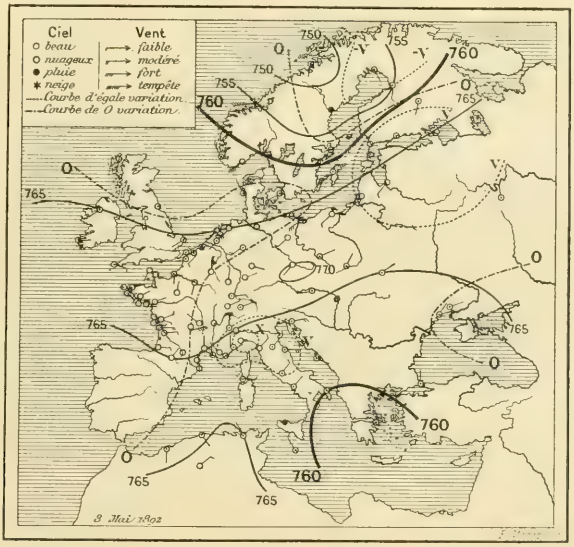


Fig. 1 *bis*. — *La dépression a complètement disparu. Hausse de 10mm6 à Nice.* — Les cartes données ici, d'après les clichés obligeamment prêtés par M. Gauthier-Villars, sont des cartes muettes d'Europe, sur lesquelles sont tracées les isobares.

Pareillement, il appellera vent « convergent », à la fois un vent dirigé vers le centre du cyclone, et un vent tournant autour du centre dans le sens ordinaire de nos pays, c'est-à-dire sinistrorsum.

Pour le moment, je le répète, il n'y a qu'à prendre ces mots au sens complexe qu'il leur donne, quitte à les modifier un jour quand l'accord sera complet sur les choses que ces mots recouvrent.

On verra par la suite quelle place tient cette considération des vents divergents sur nos côtes dans la prévision de l'arrivée des bourrasques dont la carte d'isobares, ou bien le simple aspect du ciel, nous révèlent l'existence. Et c'est pourquoi l'intelligence de cette règle intéresse quiconque, en une station maritime ou continentale, n'a que l'observa-

tion des nuages pour lui annoncer l'existence des bourrasques, aussi bien que le météorologiste qui possède les renseignements détaillés de la carte d'isobares.

Un vent d'ouest sera « convergent » si le centre de la dépression passe exactement au nord : anormal par excès, ce vent rejettera la dépression vers le nord. Le même vent d'ouest sera « divergent » si la dépression est exactement à l'ouest. Un vent de nord ouest, au regard d'une dépression existant dans les régions entre ouest et nord-ouest, sera « divergent ». Si, par ailleurs, d'autres signes nous révèlent la présence certaine dans ces régions d'une telle dépression, nous serons sûrs de l'arrivée imminente de la bourrasque vers la station où règne le vent « divergent ».

C'est ce qui s'est produit pour la bourrasque du 21 février 1893, prévue à Liége sur la carte du 20 février par M. Guilbert, dans des conditions très remarquables, qui ne semblent pas avoir été très bien comprises — probablement parce que mon Rapport n'était pas assez explicite sur les raisons qui démontraient l'existence, le 20 février, d'une dépression placée de telle sorte que, par rapport à elle, le vent NW d'Ouessant fût « divergent ». On trouvera dans le livre actuel les éclaircissements les plus circonstanciés.

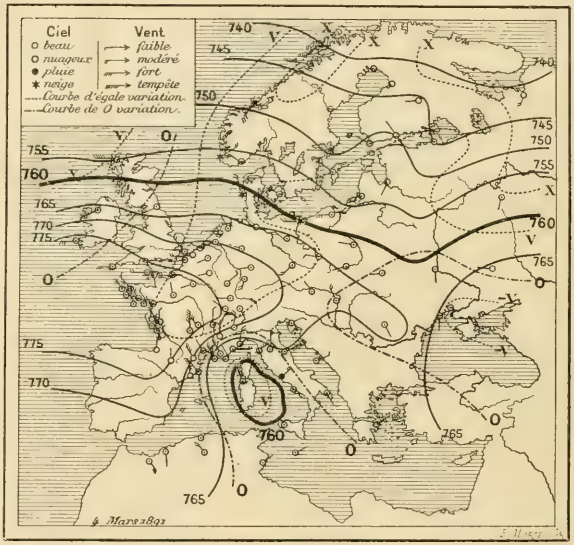


Fig. 2. — *Exemple de translation rapide d'une dépression, attirée vers une région de moindre résistance.* — La pression est en hausse sur tout le nord de l'Europe, mais une baisse de $4^{mm}9$ au nord de l'Ecosse annonce l'approche d'une bourrasque. Que deviendra-t-elle ? — Les vents forts d'W et SW en Ecosse et Irlande l'empêchent d'aller vers le sud. A l'avant, à l'est, aucun vent du sud ne lui oppose d'obstacle; au contraire, au nord de la Norvège, sur la Baltique et la Finlande, règnent des vents d'ouest et *surtout du nord-ouest.*

Troisième règle. — La troisième règle de M. Guilbert peut être énoncée ainsi :

La hausse de pression a lieu suivant une direction normale au vent proportionnellement trop fort, et elle se fait de droite à gauche : le vent exagéré fait hausser la pression sur sa gauche.

Je n'hésite pas à regarder cette conception du mouvement de hausse, qui se propage dans une direction perpendiculaire à celle du vent, comme l'idée maîtresse et tout à fait originale de la méthode. Elle m'a longtemps paru étrange. Elle me semble plus naturelle depuis que j'en ai trouvé une interprétation, qui est peut-être une simple image, mais qui est, en tout cas, une image commode.

Il s'agit encore de la comparaison électro-magnétique. Un champ de force magnétique horizontal exerce sur un courant électrique vertical mobile une action mécanique perpendiculaire à la direction du champ et horizontale : le courant circule-t-il de bas en haut, de manière à donner dans le plan du champ magnétique des lignes de force magnétique sinistrorsum, le champ repousse le courant sur sa gauche : il l'attirerait à sa droite.

Or, un courant aérien horizontal exerce une action mécanique de même espèce sur un tourbillon vertical sinistrorsum; il l'écarte sur sa gauche : il provoque ainsi un mouvement de hausse qui se propage de droite à gauche, normalement à la direction du vent.

La comparaison va plus loin encore : si le tourbillon est à droite du vent, celui-ci l'attirera à lui, et fera baisser la pression. Or, qu'est-ce que ce vent qui a un tourbillon sinistrorsum sur sa droite, sinon un vent « divergent » ?

Les deux dernières règles ne sont ainsi que les deux aspects d'une même règle : celle qui régit l'action d'un courant aérien horizontal sur un tourbillon vertical sinistrorsum.

Suggérée par la comparaison électromagnétique, l'idée d'étudier cette action mécanique d'un courant d'air sur un tourbillon m'a conduit à des expériences dont on lira plus loin la description,

et qui ne laissent aucun doute sur la réalité et sur le sens d'une telle action.

En m'inspirant d'un très beau travail de V. Bjerknes sur les champs de force hydrodynamique, j'ai réussi à lever le paradoxe provenant de l'opposition de signe qu'a révélée lord Kelvin, dans des conditions déterminées, entre les actions hydrodynamiques et les actions électromagnétiques; et j'ai montré comment la théorie des tourbillons, telle qu'elle résulte des travaux de Helmholtz, de lord Kelvin et de Bjerknes, permet de justifier, *avec leur signe*, les actions entre vents superficiels et tourbillons atmosphériques qui expliqueraient les règles de M. Guilbert.

Ces actions existent-elles en réalité? et faut-il y chercher l'explication véritable de ces mouvements de translation des bourrasques, qui, parfois, sont déconcertants? « Il ne semble pas douteux que de telles actions existent, m'écrivait M. V. Bjerknes ; mais sont-elles de grandeur suffisante pour expliquer les effets produits?» Il faudrait, pour l'affirmer, arriver à un calcul de l'intensité de ces actions mécaniques d'un vent sur un tourbillon, et c'est ce qui ne paraît pas aisé.

Aussi je n'indique ici la comparaison électromagnétique qu'à titre de métaphore, sans oublier d'ailleurs les réserves qui s'imposent quand il s'agit d'assimiler au « vortex » théorique un « cyclone » réel autrement complexe. Sur cette troisième règle de la hausse produite dans une direction normale au vent, je me bornerai à dire que M. Ekholm[1], qui rejette absolument mon explication comme attribuant aux vents de surface un rôle actif, alors qu'ils ne seraient jamais qu'un indice et non une cause, affirme — d'une façon très nette — l'importance de cette règle : il a reconnu qu'en effet, lorsqu'un domaine de hausse (Steiggebiet) envahit une région, il y éveille des vents de force anormale, et qu'il en est ainsi, soit que la hausse se propage dans la direction du gradient, soit qu'elle envahisse le domaine des basses pressions obliquement ou même tangentiellement aux isobares. Il excepte le seul cas où le domaine de hausse serait très plat.

Que ce vent anormal par excès soit la cause ou qu'il soit le simple indice de ce mouvement de hausse perpendiculaire au vent, la liaison des deux phénomènes, si bien vue par M. Guilbert, est reconnue sans hésitation par M. Ekholm, qui ne conteste ni la nouveauté, ni l'importance de cette constatation.

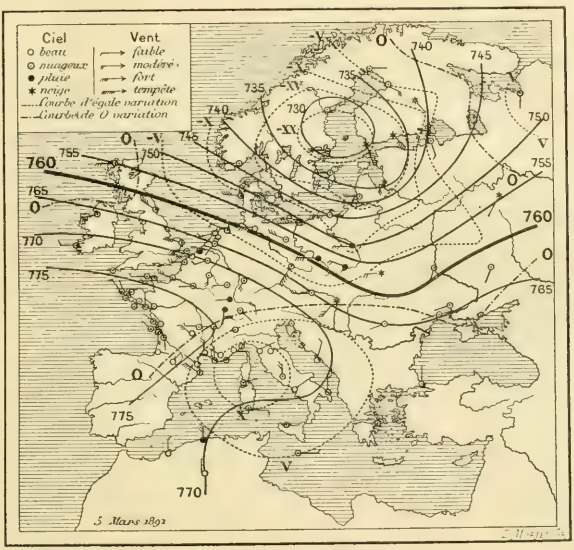


Fig. 2 *bis*. — *La dépression est venue jusque sur la Baltique, région de moindre résistance, où régnaient des vents divergents* (au sens de Guilbert) *à composante Nord*. (On avait NW. 4 à Wisby, île de la Baltique.) En même temps, la dépression de Corse de la veille est comblée : il eût suffi, pour le prévoir, de considérer le vent en excès aux îles Sanguinaires.

Nous pouvons, en définitive, nous représenter la carte d'Europe du matin comme une feuille sur laquelle est dessiné un spectre magnétique. Le spectre n'est pas complètement tracé : en un certain nombre de points, on a la direction des lignes de force, donnée par la direction du vent, et l'intensité de la force magnétique, marquée par le nombre des pennes de la flèche qui figure la vitesse du vent. C'est dans ce champ magnétique que se déplaceront, non sans un certain frottement, un ou plusieurs courants électriques verticaux, dirigés de bas en haut. Le conducteur qui transporte un de ces courants ne peut pas être assimilé à un fil infiniment mince; c'est un cylindre plat, reposant par sa base sur le sol et mobile sur lui; il modifie, en y glissant, la distribution des lignes de force : pour reconnaître dans quel sens le poussent les lignes de force qui viennent heurter sa base, il faut, avant tout, faire abstraction des lignes de force magnétique qu'il produit lui-même. Si toute sa

[1] Die dritte Regel erscheint, nach unseren Erfahrungen, richtig zu sein. Diese Regel ist für unsere Sturmwarnungen sehr wichtig, aber dieselbe bewährt sich jedoch nicht, wenn das Steiggebiet sehr flach ist.

base est entourée de lignes de force superposées aux siennes propres et tournant dans le même sens, ce champ circulaire repousse le cylindre vers le centre et le comprime : s'il est compressible, il se contractera vers son axe. Un champ magnétique résultant trop faible autour de sa base révélera, au contraire, l'existence d'un champ magnétique de sens contraire au sens du champ créé par le courant lui-même : en tous les points de sa base, le conducteur sera attiré vers l'extérieur; s'il est extensible, il prendra de l'ampleur.

Si le champ magnétique qui entoure le conducteur n'est pas symétrique, ce conducteur sera chassé par les champs les plus forts du côté du champ le plus faible : à plus forte raison, le conducteur se précipitera de ce côté de moindre résistance, s'il y trouve un champ magnétique de sens contraire à celui que produirait en ce point le courant lui-même. Un champ magnétique fort est une barrière, difficile à franchir, pour un courant qui se déplace sur sa gauche ; au contraire, le courant traverse-t-il spontanément ce champ s'il est conduit à le traverser de droite à gauche.

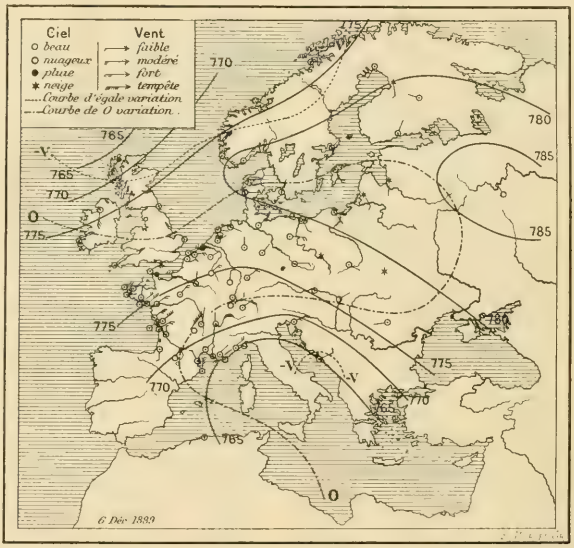


Fig. 3. — *Baisse de pression sur la droite de vents en excès, entraînant destruction d'anticyclone.* — Pression dépassant 775 en Angleterre et sur la Manche; mais la région comprise entre les deux isobares parallèles de 775 est serrée entre des vents « divergents » (Sud et Sud-Ouest en Ecosse, Nord-Est sur les côtes françaises). Ces deux groupes de vents agissent d'accord pour faire baisser la pression sur leur droite.

Le vent normal, la moindre résistance, la hausse normale au vent et propagée vers la gauche, tout cela s'interprète d'une manière intuitive dans la comparaison électromagnétique.

Mais la comparaison, fût-elle la base de la véritable explication, reste incomplète. Des actions analogues peuvent agir sur les tourbillons atmosphériques réels; mais ce ne sont pas les seules.

Un courant aérien large et puissant, suffisamment uniforme, entraîne un tourbillon qui n'y constitue qu'un accident, à la façon dont un cours d'eau entraîne un tourbillon qui s'y produit, dans le sens même du grand courant. Ce seront les différences de courant d'un point à l'autre qui provoqueront les actions en sens perpendiculaire. Il faudra donc combiner l'action des vents isolés qui, anormaux et différents des vents voisins, exerceront une action spéciale sur les bourrasques, — les attirant sur leur droite, les repoussant de droite à gauche, — avec l'action du grand courant aérien qui entraîne les bourrasques dans le sens général de l'Ouest à l'Est, et qui se charge de changer à chaque instant la situation dans laquelle se trouve la base du tourbillon. Dans la réalité, au moins dans les expériences de laboratoire, les deux effets se combinent : vient-on à lancer un jet d'air d'avant vers l'arrière sur un tourbillon vertical sinistrorsum, on voit ce tourbillon dévier d'avant en arrière, en même temps que de droite à gauche. On a, en quelque sorte, un effet d'entraînement pur et simple sur la matière, et un effet exercé sur le tourbillon lui-même; ces deux effets sont perpendiculaires l'un à l'autre et se composent en un effet résultant complexe.

C'est là l'origine de cette remarque profonde que, pour reprendre notre exemple concret d'une bourrasque sur l'Irlande, un vent de Nord sur la mer du Nord l'attire, et pareillement un vent d'Ouest. Un vent du Sud, venant heurter de front une bourrasque située au Nord, la chassera à la fois vers le Nord et vers l'Ouest, en réalité dans une direction oblique entre Nord et Ouest. L'effet d'éloignement vers le Nord par un vent régnant au Sud peut être exercé sur la bourrasque, soit par un vent de Sud, soit par un vent d'Ouest, soufflant tous deux au même point. De là, l'idée juste qui a consisté à désigner d'un même mot ces deux types de vent, produisant sur la bourrasque le même effet essentiel.

L'idée de choisir le mot de « convergent » est certainement moins bonne, mais l'idée d'appliquer la même qualification et au vent centripète et au vent tangentiel sinistrorsum est justifiée par la pratique. Et c'est pourquoi, malgré nos réserves, nous n'avons pas encore proposé de changer les mots « convergent » et « divergent ».

Sur la double signification, corrélative, des expressions « deux vents *convergents* » et « deux vents *divergents l'un par rapport à l'autre* », nous renverrons à notre Note additionnelle au Rapport sur le Concours de prévision du temps de Liége, reproduite en appendice.

Non seulement cette vue d'ensemble n'enlève rien à l'intérêt des quelques règles pratiques de détail que l'expérience peut avoir indiquées aux météorologistes, mais un grand nombre de faits acquis et intéressants, jusqu'ici sans lien entre eux, se trouvent, par le principe nouveau, rattachés les uns aux autres. J'en citerai un exemple : j'ai indiqué, dans mon *Rapport sur le Concours de prévision*, que la considération des phénomènes de transport de centres de tempête par *lignes de grain*, auxquels M. Durand-Gréville et M. Köppen, à la suite d'Abercromby et de Clément Ley, ont consacré de si intéressants travaux, conduit parfois à de très heureuses prévisions. Mais, même alors, ces résultats peuvent être obtenus par l'application des règles, plus générales, de M. Guilbert, aux vents qui règnent aux diverses régions atteintes ou menacées par *le grain*.

Et l'on comprend ainsi que les principes nouveaux — ou plus exactement, le principe nouveau — introduits dans la science de la prévision donne une sûreté inconnue jusqu'ici dans l'étude des situations à variation brusque, mais qu'il n'exclue pas néanmoins *l'esprit de finesse*, et que l'application correcte en reste moins automatique que M. Guilbert ne se plaît à le dire.

Ce que je souhaiterais, c'est qu'il fût possible à M. Guilbert de former des élèves. Le jour où l'enseignement de la Météorologie serait organisé sérieusement dans nos Universités, comme l'est celui des autres sciences de la Nature, le jour où l'on joindrait à l'enseignement théorique et didactique l'apprentissage pratique des situations atmosphériques à reconnaître et à débrouiller, tout comme on complète les cours de Minéralogie et de Géologie par des travaux pratiques où les étudiants sont exercés à distinguer et à nommer des minéraux et des fossiles, nul ne serait plus qualifié que M. Guilbert pour guider des élèves dans l'apprentissage d'un art qu'il s'efforce de transformer en science, mais où je crains qu'il ne se rencontre toujours, à côté des habiles, des maladroits.

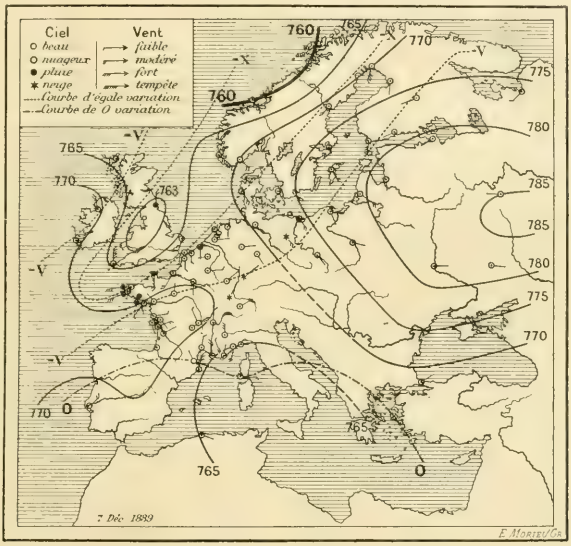


Fig. 3 *bis*. — *L'anticyclone a disparu. Baisse maximum sur l'Angleterre.* A noter cette particularité qu'il y avait, la veille, des dépressions avec baromètre en baisse, au Nord et au Sud de l'anticyclone.

II

L'exposé qui précède est assez détaillé pour qu'il me soit possible de passer très rapidement en revue les objections adressées à M. Guilbert, soit qu'elles aient été formulées dans les écrits de M. Ekholm ou de M. Shaw, soit qu'elles m'aient été exprimées de vive voix, au cours de conversations amicales, par quelques météorologistes des plus qualifiés, parmi lesquels je citerai M. Goutereau.

Je classerai ces objections en quatre catégories :

1° Objections s'adressant au langage, aux mots « convergent » et « divergent », et à la façon dont M. Guilbert a exposé le mécanisme de la rupture d'équilibre entre le vent et le gradient ;

2° Objections à l'idée d'attacher parfois une importance capitale à un seul vent, et à la prétention de pouvoir prévoir des variations irrégulières de pression, telle que hausse après douze heures et baisse après vingt-quatre heures ;

3° Objections au principe même de l'utilisation des vents de surface, et à l'emploi d'une relation de proportionnalité du vent au gradient ;

4° Objections relatives à la portée de la méthode.

Première catégorie d'objections. — Une critique préliminaire s'adresse au langage de M. Guilbert.

Nous nous sommes expliqué, et nous avons obligé l'auteur lui-même à s'expliquer, sur la signification des mots « vents convergents » et « vents divergents ».

Mais cette similitude d'action, si bien aperçue par M. Guilbert, entre l'effet de vents dirigés vers le centre de la dépression et celui de vents tournant autour de ce centre en sens inverse des aiguilles d'une montre, a donné lieu à une erreur de langage plus grave encore.

Si le vent a une composante radiale centripète assez forte, on comprend que la dépression tende à se combler. A la vérité, il faudrait, pour l'affirmer, savoir chaque fois quelle est l'intensité du mouvement vertical ascendant qui se produit suivant l'axe du cyclone ; mais, du moins, il semble naturel que le vent dirigé vers le centre détruise la dépression et soit, comme le dit M. Guilbert, « l'ennemi de la dépression ».

Mais, la plupart du temps, la composante du vent qui est tout à fait prépondérante est la composante tangente à l'isobare, et l'examen des cartes montre bien qu'un cyclone, entouré de vents tangentiels anormaux par excès, est comblé ou détruit. L'excès de vent agit-il, dans ce cas, par une action mécanique sur le tourbillon, qu'il repousserait vers sa gauche ? C'est ce que je crois possible. Mais, quelle que soit l'explication du fait, qui, lui, n'est pas discuté comme fait, il faut faire appel ici à autre chose qu'à l'équilibre normal des forces dans le cyclone, regardé en lui-même. Un vent tangentiel, anormal par excès, tendrait incontestablement à creuser la dépression, car il crée une force centrifuge, dont l'origine est double : force centrifuge simple, due à un mouvement de rotation autour du centre de la bourrasque, et force centrifuge composée de Coriolis. Si le vent tangentiel est anormal par excès, cela signifie évidemment que cette force centrifuge dépasse en chaque point la force centripète, mesurée par le gradient ; et, pour que le déséquilibre cessât, il faudrait que le gradient augmentât, loin de diminuer.

Si nous le voyons diminuer en pareil cas, concluons qu'il y a autre chose, et cherchons la raison de cette action. Mais ne disons pas qu'il suffit d'invoquer l'équilibre nécessaire entre la force centripète et la force centrifuge dans un cyclone stationnaire ; car la rupture d'équilibre, que cette considération nous ferait prévoir, se ferait justement en sens inverse de celle que nous observons. Et n'allons pas surtout, par une confusion inadmissible, intervertir les rôles respectifs du gradient et du vent tangentiel, au point d'attribuer au vent tangentiel l'effet centripète et au gradient l'effet centrifuge. Il faut reconnaître que certaines phrases de l'Exposé des principes de prévision de M. Guilbert, inséré dans notre *Rapport sur le Concours de Liége*, impliquaient une pareille confusion et supposaient une conception qu'il n'a pas été illégitime de qualifier d'antiscientifique.

J'ai loué précisément M. Guilbert, dans mon Mémoire des *Archives* de Genève, d'avoir changé l'aspect de la question, en faisant intervenir, par sa troisième règle, la nécessité d'étudier l'action causée sur un centre de dépression par un courant aérien étranger à la dépression, et d'avoir « contredit résolument les règles que donnerait l'étude du tourbillon pris en lui-même, abstraction faite du mouvement vertical de l'air au centre ». Il est certain qu'il ne faut pas venir, en même temps, représenter les mêmes règles comme pouvant être fournies par l'étude du tourbillon pris en lui-même. Cette étude, je le répète, aboutirait aux règles exactement contraires.

La règle de la hausse vers la gauche du vent en excès est, de même, en contradiction apparente avec la règle de Coriolis : l'air en mouvement est soumis, dans notre hémisphère, à une force perpendiculaire au mouvement et dirigée *vers la droite*. L'effet de cette force de Coriolis, en un point géométrique donné, est négligeable par rapport à l'autre effet considéré par la troisième règle de Guilbert, — et dont M. Ekholm reconnaît la réalité, tout en lui donnant une autre interprétation ; — cet autre effet vise, non un déplacement de l'air, mais un mouvement de la pression ou du domaine de hausse, — et dans ma comparaison : un déplacement d'ensemble du tourbillon. Là encore, on dérouterait à bon droit le lecteur si l'on essayait de présenter cette règle, qui semble contredire le théorème de Coriolis, comme un corollaire du théorème de Coriolis. Cela, M. Guilbert ne le fait en aucun cas : mais n'est-ce pas une erreur analogue que de présenter la compression du cyclone par des vents tangentiels anormaux par excès comme une conséquence du déséquilibre entre l'action du vent et celle du gradient ?

Si je signale avec insistance ces incorrections de langage, c'est à la fois pour reconnaître loyalement que des difficultés sérieuses ont pu arrêter certains savants au début, et pour les inviter à ne pas s'y laisser arrêter à l'avenir.

Deuxième catégorie d'objections. — Ce n'est donc pas l'étude de la bourrasque en elle-même et

de son équilibre interne qui fait le fond de la méthode de Guilbert, *tout au moins dans mon interprétation, qui n'est pas identique à la sienne.* C'est l'étude des régions où la bourrasque pourra se transporter, des conditions où elle sera épanouie ou étranglée. Il est question, sans cesse, dans les discussions de cartes, de barrières, d'obstacles, et, à l'inverse, de régions de moindre résistance. Et c'est là la raison d'une des exigences de M. Guilbert qui m'avait choqué moi-même de prime abord : pour une discussion complète de la carte, il déclare qu'il a besoin de connaître le vent dans le plus grand nombre possible des stations, sinon dans toutes; un choix qui restreindrait beaucoup le nombre des stations où l'on donnerait la direction et la force du vent lui semblerait très fâcheux.

C'est qu'à ne prendre qu'un réseau de stations à mailles trop lâches, on pourrait laisser échapper, sans l'apercevoir, l'obstacle qui arrête absolument la dépression dans son mouvement, ou ne pas voir, à l'inverse, le vent « divergent » qui exercera l'influence décisive pour attirer la dépression. Un seul vent en un point pourra suffire, en certains cas, à tirer des conclusions capitales.

Le problème est essentiellement différent de ce que serait le problème du calcul de la variation de la pression avec le temps en un point, connaissant en ce point et au voisinage immédiat tous les éléments : pression, gradients dans deux directions rectangulaires, force et direction du vent. Ce problème est un problème d'équations aux dérivées partielles, dont la solution ferait connaître la grandeur et le sens de la variation actuelle de la pression avec le temps. Mais on ne voit pas comment, de la connaissance de cette quantité, on déduirait la variation de pression en vingt-quatre heures. Il arrive même que le sens de la variation actuelle du baromètre n'est pas le sens de la variation d'ensemble du jour au lendemain; que, par exemple, en hausse aujourd'hui sur une station et en hausse encore au bout d'une période de douze heures, il se trouve finalement avoir baissé après vingt-quatre heures.

Cette constatation, dont l'étude des bulletins quotidiens montre aisément l'exactitude, serait une objection fondamentale contre toute méthode de prévision qui prétendrait déduire la variation d'un élément au bout de vingt-quatre heures du sens et de la grandeur actuels de la variation du même élément, — qui, d'une façon générale, raisonnerait trop par continuité.

Elle n'a pas de prise contre la méthode de Guilbert, qui, serrant de près la réalité, ne se choque nullement de rencontrer des propagations de discontinuités. Elle assignera les régions où il n'y aura pas de *changement de temps*, au sens vulgaire et si juste du mot, et les régions, au contraire, qui ont chance d'être envahies, à un moment donné, par une onde dépendant d'une bourrasque. Après et avant cet instant, les conditions aux limites en cette station ne sont plus les mêmes; l'évolution du *temps*, dans les heures qui ont précédé cet instant, a pu être exactement la même, dans tout l'intérieur d'un cercle ou d'un carré ayant la station pour centre, que l'évolution de temps dans ce même espace, au cours d'une autre journée qui n'a pas été marquée par le passage d'une discontinuité. Quelles qu'aient été les similitudes de ces deux débuts de journée, les deux fins de journée seront différentes du tout au tout, si l'une d'elles est marquée par le passage d'une discontinuité qui a manqué à l'autre. Et c'est la condamnation de toute méthode qui se préoccupe uniquement des valeurs actuelles de certaines dérivées partielles de la pression dans un espace restreint.

Dans la méthode Guilbert, si nous prévoyons le chemin que prendra une bourrasque donnée et le parcours qu'elle y accomplira, nous saurons quelles régions son influence envahira ; ce pourront être des régions actuellement en hausse barométrique et où la hausse se poursuivra jusqu'à l'instant où elles seront atteintes par le champ d'action de la bourrasque. Rien ne sera moins inattendu que de voir en un point le baromètre commencer par monter, puis s'arrêter pour redescendre, et donner, en fin de compte, au bout de douze heures une hausse et au bout de vingt-quatre heures une baisse.

Troisième catégorie d'objections. — Un troisième type d'objections s'attaque au point d'appui de la méthode. Celle-ci repose sur l'observation des vents dans les stations qui figurent au *Bulletin*, et des vents à la surface du sol. Or ces vents ne suffisent point à faire connaître le mouvement réel du courant atmosphérique au voisinage : trop de causes perturbatrices interviennent pour modifier le courant au voisinage du sol, et le vent observé est une résultante complexe d'effets particuliers dont il est téméraire de tirer des conclusions générales. De plus, à supposer que le vent soit correctement mesuré dans des conditions bien définies, il n'existe nullement une relation simple entre le vent et le gradient; dans l'équation qui relie entre elles ces deux grandeurs, entrent avant tout la courbure de la trajectoire réelle du vent, l'angle qu'il fait avec l'isobare et le coefficient de frottement, mal connu et variable, de l'air sur le sol. Il y a plus : une équation simplifiée à l'excès, débarrassée de tous ses termes complémentaires, est nécessairement inexacte. M. Shaw a fait très justement remarquer que, pour des isobares rectilignes, le

vent normal tangent à l'isobare, correspondant à un gradient 1, serait voisin de 9 mètres par seconde, au lieu de 4 mètres; dans ce cas, on ne tient compte que de la force centrifuge composée de Coriolis, on néglige la force centrifuge ordinaire due à la courbure de la trajectoire; mais c'est aussi le seul cas où l'on puisse avoir un rapport constant entre la valeur du gradient et la force du vent, et où l'on puisse parler en toute rigueur d'un *vent normal*.

J'accorderai d'abord sans difficulté que le vent superficiel en certaines stations mal situées peut n'avoir pas grande signification. Mais, en général, je trouve qu'on a tendance à exagérer les incertitudes qui résultent de ce qu'une donnée n'est pas très bien déterminée.

Quand les hommes de ma génération étudiaient la Physique dans la classe de Mathématiques spéciales, à force de les nourrir de Regnault, on leur laissait l'impression que les expériences de Dulong ou de Despretz comportaient un nombre tellement formidable de causes d'erreur multiples que, bien certainement, les résultats de ces savants ne signifiaient rien. Et nous découvrions, après coup, que Dulong ou Despretz avaient, à très peu de chose près, donné les mêmes nombres que Regnault lui-même. Plus tard, j'ai eu à corriger des compositions de Concours général sur l'hygrométrie : si les lauréats n'ont jamais l'occasion de visiter un observatoire météorologique, ils resteront convaincus toute leur vie que le psychromètre est un instrument d'une théorie trop incertaine pour être jamais utilisable et que l'hygromètre à cheveu correspond à une étape aujourd'hui dépassée de la civilisation. Ces habitudes d'esprit ont heureusement disparu de l'enseignement de la Physique : je crains qu'elles n'inspirent encore quelques météorologistes.

Nous savons bien que la loi de Mariotte est fausse : aurait-on rendu un grand service aux physiciens si on les avait tellement pénétrés de cette idée qu'ils ne songent jamais à calculer une pression d'un gaz en appliquant la loi de Mariotte?

A plus forte raison, dans le domaine de la Météorologie, si quelqu'un tire d'un fouillis de nombres une loi simple qui ne soit qu'approchée, *mais qui soit utilisable*, ne doit-on pas plutôt louer sa clairvoyance qu'insister sur les écarts à la loi et sur la rigueur insuffisante des observations qui l'établissent?

Les termes correctifs de la formule qui lie le vent au gradient sont, à la vérité, trop importants pour être négligés, surtout si l'on convient de ranger parmi ces termes celui qui dépend de la courbure de la trajectoire. En les négligeant, on arriverait, comme l'a observé M. Shaw, à une valeur de vent, pour un gradient donné, au moins double du *vent normal* de M. Guilbert pour le même gradient. La règle du vent normal revient à prendre comme un fait établi par les météorologistes européens que, dans nos pays, et plus spécialement sur les côtes d'Europe, la valeur du rapport du vent au gradient oscille autour de la valeur 4, et que, lorsqu'il arrive qu'elle s'écarte notablement de cette valeur, en dessus et en dessous, c'est que *quelque chose se passe*: trouver ce *quelque chose*, et ne pas se dispenser de réflexion devant une anomalie, en la mettant *a priori* sur le dos de termes correctifs dont nul ne songe à nier l'existence, est un mérite d'autant plus grand que le problème est plus complexe. Et, s'il se trouve que la loi de compression du cyclone entouré de vents anormaux par excès et d'épanouissement du cyclone entouré de vents anormaux par défaut est vérifiée par l'observation, et reconnue vraie et utile par des météorologistes éminents, qui, par ailleurs, ne ménagent pas les critiques qu'ils croient justifiées à M. Guilbert, il nous semble en résulter le droit de l'appliquer.

Là où, très nettement, je me sépare de M. Guilbert, c'est quand il exprime l'idée que, si l'on faisait partout des observations anémométriques rigoureuses, la règle du vent normal permettrait un calcul plus exact des variations de pression d'un jour au lendemain. Assurément, la généralisation de l'anémomètre serait une mesure excellente. Mais j'estime qu'actuellement l'harmonie est suffisante entre le degré d'exactitude des observations de force du vent et celui de la règle du vent normal elle-même. Des observations rigoureuses de la force du vent pourraient, sans doute, permettre un calcul plus exact du *terme anormal* de la formule, qui représente l'anomalie réelle du vent; mais ce ne serait qu'à la condition de déterminer exactement les autres termes correctifs, celui qui dépend de la courbure de la trajectoire, celui qui dépend de l'accélération centripète et celui qui dépend du frottement; ce ne serait, par conséquent, qu'à la condition de renoncer à la simplicité si commode de la règle de proportionnalité du gradient au vent normal.

Quatrième catégorie d'objections. — Une quatrième objection, à laquelle j'ai déjà fait allusion dans mon *Rapport sur le Concours*, s'attaque à la portée de la méthode. « Puisqu'il existe des écarts, parfois si notables, entre la force réelle des vents et la force des vents auxquels on devrait s'attendre pour une bourrasque donnée, cela revient à affirmer l'impuissance absolue où l'on est de prévoir les vents que comportera une distribution donnée des pressions barométriques. Or, s'il est intéressant de dessiner d'avance les isobares du lendemain, c'est à la condition que le tracé de ces isobares nous renseigne d'abord sur

la force et la direction des vents : dans la méthode Guilbert, la prévision qu'on fera demain pour après-demain sera d'autant plus sûre que les anomalies seront plus fortes demain, c'est-à-dire que la prévision faite aujourd'hui pour demain aura été plus mauvaise. »

On peut répondre que, quelque grande que puisse être l'anomalie de vent en un point, c'est déjà beaucoup que de dire, presque à coup sûr, si ce point sera demain, ou ne sera pas, sous l'influence d'une dépression de profondeur connue. S'il est de l'essence même de la méthode de ne faire connaître qu'avec un écart toujours possible la force du vent qui menace une région, elle fait connaître du moins avec précision les régions menacées. Et, dans le cas où la discussion de la carte peut nous donner une idée de la distribution des pressions *le surlendemain*, l'anomalie du vent le lendemain nous permettra d'apporter les retouches nécessaires à la prévision du surlendemain; mais c'est la correction de cette carte qu'elle nous donnera, non la carte même. Il arrivera même que des météorologistes, ayant l'habitude et le sens de la méthode, s'habituent à prévoir, non seulement la position et la profondeur de la bourrasque demain, et cela d'après des principes définis, mais encore l'anomalie des vents circulant autour de cette bourrasque, et cela d'après leur expérience propre de la prévision : par exemple, si une bourrasque marche avec une vitesse sensiblement constante de l'Ouest à l'Est, c'est que les vents de N à NW à l'arrière sont plus forts que les vents de S à SE à l'avant; et la vitesse de translation est liée à l'excès des vents à l'arrière sur celle des vents à l'avant : Elias Loomis avait déjà donné une règle de ce genre pour la vitesse de translation des bourrasques américaines. Je ne vois donc pas qu'il soit impossible, à un météorologiste muni d'une longue expérience, de dire, par exemple, que demain la bourrasque sera en tel lieu à l'Est de sa position actuelle, *ceci à coup sûr*, et qu'en outre, demain, les vents de N à NW qu'elle éveillera à l'arrière seront anormaux par exces, *ceci à titre de simple probabilité*.

En tous les cas, si la méthode ordinaire, qui revient en définitive à admettre un simple transport des bourrasques avec une vitesse moyenne constante vers l'ENE, sans comblement ni creusement, constitue une première approximation, — souvent satisfaisante quand il n'y a pas de variations brusques, — la méthode de M. Guilbert constitue la seconde approximation. Elle réduit très notablement le nombre des surprises dans le cas de variations brusques; elle ne prétend pas apporter la certitude complète et définitive, et réduire absolument ce nombre à zéro. Telle quelle, elle réalise un incontestable progrès.

Je devrais dire quelques mots de l'objection spéciale à l'essai d'interprétation théorique que j'ai tenté des trois règles de M. Guilbert. La discussion de cette interprétation nous entraînerait loin des limites de cet ouvrage et de cette trop longue introduction. Qu'il me suffise de dire que cet essai, je prie les météorologistes de le considérer avant tout comme un moyen de rattacher les règles de Guilbert à un énoncé unique; la règle d'appel vers les régions de moindre résistance à *vents divergents* (règle II) et la règle de hausse se propageant vers la gauche du vent en excès (règle III) se réduisent à une seule si l'on convient de regarder une dépression comme subissant de la part d'un courant aérien horizontal une action horizontale perpendiculaire au courant aérien et dirigée vers sa gauche. La règle du vent normal et de la compression ou de l'épanouissement du cyclone (règle I) se déduit immédiatement des autres, à supposer qu'on admette qu'une dépression, comprimée de tous côtés, est, par cela même, détruite. On admettra, je pense, qu'à titre de moyen mnémonique, cette théorie représente au moins ce que Mach considère comme le but essentiel de toute théorie physique : une « économie de la pensée ».

III

Pour conclure, des trois règles de M. Guilbert, les règles I et III sont acceptées par des météorologistes éminents, cette dernière avec quelques réserves et surtout avec une interprétation différente, la première, pour ainsi dire, sans restriction. *Cela suffit déjà à repousser toute fin de non-recevoir qu'on voudrait tirer de l'insuffisante exactitude des observations des vents ou de l'incorrection de la formule simplifiée du vent normal.* La règle II est la plus discutée : je suis convaincu que c'est uniquement faute d'avoir été bien comprise. Et je n'ai pas hésité à rejeter sur le langage de M. Guilbert la principale responsabilité de ces malentendus. L'expression de vent « divergent » était ambiguë. Les nombreux exemples — leur nombre dépasse 50 — donnés et discutés dans les cartes du livre achèveront de faire la lumière.

Plusieurs de ces exemples se rapportent à des prévisions réelles faites par l'auteur, dans le département du Calvados, sans le secours de la carte isobarique complète, uniquement d'après la considération simultanée des nuages et des vents. Dans quelle mesure on peut suppléer aux renseignements de la carte par l'observation des nuages, c'est ce que l'auteur expose en détail, et c'est cette partie de son ouvrage qui sera la plus appréciée des observateurs isolés. Mais le rôle des nuages n'est alors que celui de révélateurs de la dépression et les prin-

cipes appliqués sont les mêmes que dans la discussion des cartes. L'une des situations examinées ne manquera pas de surprendre les personnes portées à attribuer à des « réminiscences » le succès des prévisions de M. Guilbert au Concours de Liége. C'est une situation citée par M. Angot, dans son *Traité de Météorologie*, comme exemple-type de la situation où il est impossible de prévoir ce que deviendra une dépression. En recherchant dans ses cartes postales de prévision, M. Guilbert a retrouvé celle où la marche de cette dépression était annoncée par lui (fig. 4 et 4 *bis*).

Fig. 4. — *Côté de l'adresse d'une carte postale de prévision, adressée de Longues-sur-Mer, près Bayeux, à M. Neyreneuf, à Caen* (et qui a fini, non sans peine, par atteindre le destinataire). — Le 24 septembre 1896, une dépression qui était apparue le 22 sur l'Irlande, et qui se trouvait le 23 sur la mer du Nord, s'éloignait en se comblant vers la Baltique. Mais, en même temps, « une autre, *que rien n'a pu faire prévoir*, la suivait avec une progression beaucoup plus rapide » (Angot : Traité, p. 372), et envahissait, le 25, les îles Britanniques.

Si, après cet exposé, il arrive à des météorologistes de reconnaître que les règles de Guilbert, même correctement appliquées, sont parfois en défaut, il leur appartient de le dire; mais je me permets d'ajouter : *il leur appartient de dire dans quels cas*. La seule manière, désormais, de rendre à la science un service réel, serait de préciser ces cas, d'en dresser à l'avance un catalogue défini, d'imiter, en un mot, l'exemple de M. Ekholm. Mais se borner à conclure d'un certain nombre d'insuccès à la difficulté d'application des règles ne rendrait service à personne; et, quant à conclure de ces insuccès, *si réellement il s'en rencontre*, à l'absolue non-valeur des règles, c'est désormais inadmissible. Ce qui reste possible, c'est que la présente étude suggère à quelque savant un énoncé des lois de l'évolution des dépressions qui soit susceptible, à un plus haut degré que celui de M. Guilbert, ou d'être appliqué pratiquement ou d'être interprété théoriquement. Mais nous restons persuadé que, si l'on y parvient, les nouvelles règles ne seront pas loin d'être exactement équivalentes aux règles de M. Guilbert.

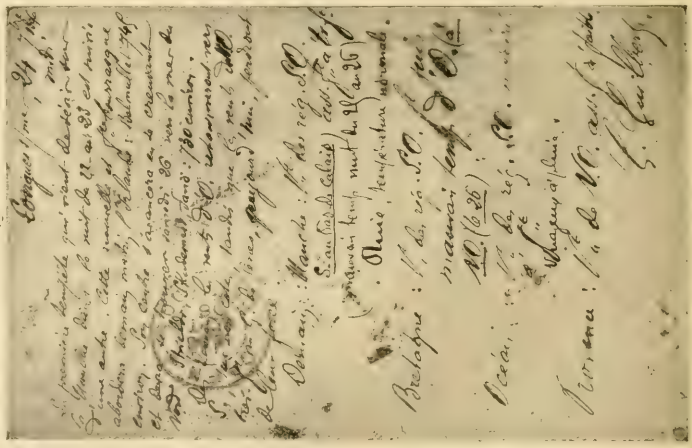


Fig. 4 *bis*. — *Le 24 septembre. M. Guilbert annonce cette seconde tempête du 25.* — L'insuffisance des renseignements qu'il possède, à côté de Bayeux, l'empêche seulement de prévoir, pour cette bourrasque, une marche aussi rapide qu'elle le sera en réalité. Mais il en prévoit exactement, non seulement l'existence, *mais l'importance*.

Bernard Brunhes,
Directeur de l'Observatoire du Puy de Dôme.

RECHERCHES MÉTALLOGRAPHIQUES

EFFECTUÉES A L'INSTITUT DE CHIMIE MINÉRALE DE GÖTTINGEN

Le technicien a parfois besoin de recourir aux considérations scientifiques pour juger si ses idées et ses projets sont réalisables. En ce qui concerne les alliages, les données scientifiques faisaient défaut jusqu'à une époque toute récente. L'analyse chimique nous permet, il est vrai, de déterminer avec une précision suffisante la composition des alliages. Mais cette analyse en bloc ne nous renseigne nullement sur la manière dont les métaux constituants sont répartis et ne nous fait pas connaître si l'alliage est formé de cristaux dont la composition est uniforme ou bien de deux ou plusieurs espèces de cristaux de composition distincte. Encore moins les méthodes usuelles des chimistes peuvent-elles déterminer la composition des combinaisons de métaux existant dans les alliages.

I

L'étude microscopique des alliages a réalisé un progrès très important. Par l'examen en lumière réfléchie d'une surface polie, convenablement mordue par les acides, on peut reconnaître sa structure dans les plus petits détails. Si l'on soumet à cet examen une série d'alliages de deux métaux A et B en proportions variables, on leur trouve toujours une structure cristalline.

L'exemple ci-dessous nous montrera en détail ce qu'on observe :

Supposons que, partant du métal A pur, on étudie des alliages dont la teneur en métal B va croissant : La proportion des cristaux du métal pur A ira en diminuant, tandis qu'augmente la quantité d'un autre constituant, à structure en grains fins ou souvent en lamelles. On donne à ce constituant le nom d'*eutectique*; il se forme dans tous les alliages à une même température, dite *température d'eutexie*.

Les cristaux de A sont toujours entièrement enveloppés par l'eutectique : ils ont dû, par conséquent, se séparer en premier lieu du mélange fondu, et ensuite le reste du mélange a cristallisé sous forme d'eutectique.

Prenons comme abscisses les teneurs des alliages en métal B, ou concentrations, exprimées en centièmes, et comme ordonnées d'une part les proportions d'eutectique, d'autre part les proportions de cristaux du métal A (fig. 1), formés en premier lieu. Les ordonnées de la droite A_1a représenteront les proportions des cristaux A, celles de la droite Aa_1 les proportions des cristaux eutectiques pour les différents alliages.

Lorsque l'alliage a la composition représentée par le point *a*, tout l'alliage est formé d'eutectique. Si l'on fait croître davantage la proportion de B, on voit apparaître dans l'alliage une nouvelle espèce de cristaux, dont la quantité augmente avec la proportion de B (ordonnées de la droite aC_1), tandis que la quantité d'eutectique diminue (ordonnées de a_1C) et s'annule quand l'alliage atteint la composition figurée par le point C. Ce dernier alliage est formé d'une seule espèce de cristaux. Si un nouvel accroissement de la proportion de B fait apparaître un nouvel eutectique, tandis que la quantité de cristaux de la composition C diminue, on a évidemment affaire à une combinaison C ou de formule A^mB^n.

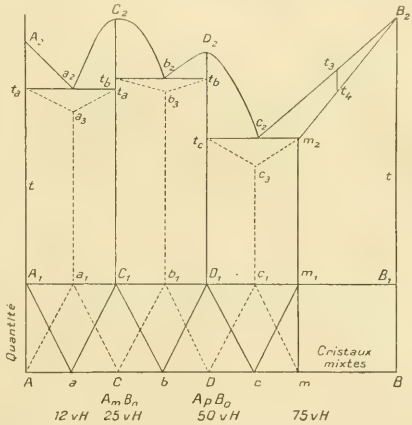


Fig. 1. — *Diagramme des compositions et des points de fusion des alliages.*

Car seul l'alliage dont la composition répond à la formule A^mB^n est constitué par des individus cristallins (ou cristallites) identiques entre eux : les deux métaux A et B se sont donc unis en A^mB^n, intégralement, sans laisser aucun résidu.

De la même manière, l'étude microscopique permet de déterminer la composition de la seconde combinaison A^pB^q. En même temps, on détermine aussi la composition globale des trois eutectiques *a*, *b*, *c*. L'eutectique *a* doit être formé de cristallites de A et de la combinaison A^mB^n, l'eutectique *b* de cristallites des deux combinaisons A^mB^n et A^pB^q,

enfin l'eutectique c de cristallites de la combinaison A^pB^q et d'une autre espèce de cristaux, de composition m, dont nous avons encore à parler.

D'ordinaire, les trois eutectiques se différencient aisément par leur aspect, d'autant plus que les espèces de cristaux formées en premier lieu présentent habituellement des formes caractéristiques qui les signalent au premier regard. Dès que la composition m est atteinte, l'alliage est constitué par des polyèdres d'une espèce unique. D'après ce que nous avons vu, nous devons nous attendre à l'apparition d'un nouvel eutectique composé des cristaux m et des cristaux du métal pur B. Mais l'expérience nous montre que tous les alliages de composition intermédiaire entre la concentration m et le métal pur B sont formés tous de polyèdres semblables entre eux. Les cristaux de B admettent donc le métal A jusqu'à la proportion m et il se produit une série de cristaux mixtes. La composition de chaque polyèdre cristallin est la composition initiale de la matière fondue, où ils ont pris naissance, puisqu'ils sont tous pareils entre eux. Ceci n'est exact, du reste, que si la cristallisation s'est opérée assez lentement ou si l'alliage a été maintenu quelques heures à une température un peu inférieure à la température marquée par la fin de la cristallisation. Dans ces conditions, la diffusion fait disparaître les inégalités de composition des cristaux feuilletés. En représentant graphiquement, comme dans la figure 1, les résultats de l'examen microscopique, on se rend aisément compte de la structure de toute la série des alliages. Les ordonnées des droites tracées en pointillé sont proportionnelles aux quantités des eutectiques; les ordonnées des droites tracées en plein sont proportionnelles aux quantités des cristaux du métal A formés en premier lieu et de ses combinaisons.

Dans l'intervalle de concentrations mB, les ordonnées de l'horizontale m,B, représentent les quantités des cristaux d'une espèce : l'alliage en son entier est formé alors de cristaux mixtes pareils entre eux.

II

Les résultats de l'étude microscopique ne sont en toute rigueur valables que pour la température à laquelle on a opéré. Car la structure des alliages peut être profondément modifiée par une réaction chimique entre deux espèces de cristaux intimement mélangées ou par la séparation des cristaux mixtes en deux variétés de cristaux de composition différente.

Ces phénomènes s'accomplissent dans les mélanges cristallins, à des températures déterminées, avec une remarquable rapidité. Grâce à un refroidissement très rapide (*étonnement*), on peut fixer l'état stable seulement à haute température dans les circonstances habituelles, si bien qu'on peu étudier la structure correspondant à cet état, même à la température ordinaire.

Mais l'étude microscopique est insuffisante pour caractériser complètement la structure d'un alliage. Il faut, de plus, connaître toute son histoire pendant sa cristallisation dans la masse fondue et pendant le refroidissement subséquent. Le moyen le plus simple pour connaître l'histoire de l'alliage consiste à observer la température à des intervalles de temps aussi courts que possible pendant le refroidissement de l'alliage liquéfié. On trace la courbe de refroidissement, dont les abscisses sont proportionnelles aux temps et les ordonnées aux températures.

La courbe 1 de la figure 2 représente l'allure la plus fréquente des courbes de refroidissement. A la température t_1 correspond un point anguleux : le refroidissement est retardé par la séparation des cristaux d'une seule espèce. En t_2 se trouve un palier : la température se maintient invariable pendant un certain temps, malgré la perte de chaleur. La durée de ce palier est, pour les alliages d'une même série, proportionnelle à la quantité qui cristalliserait dans le creuset, à la température correspondante, si l'on opérait sur toute la série de ces alliages dans les mêmes conditions de refroidissement. Un semblable palier, sans être précédé d'un point anguleux, s'observe seulement quand cristallise un métal pur, une combinaison définie des métaux ou un eutectique. La température de fusion d'un eutectique est aussi nettement déterminée que celle d'un métal pur ou d'une combinaison définie. Pourtant, les paliers correspondant aux combinaisons définies et à leurs éléments ne se produisent que pour certaines compositions exceptionnelles, tandis que les paliers correspondant aux eutectiques se retrouvent dans tous les alliages dont la composition est comprise entre deux limites plus ou moins écartées.

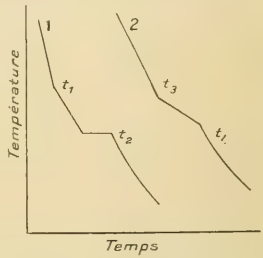


Fig. 2. — *Courbes de refroidissement des alliages fondus.*

Pendant la cristallisation des eutectiques, la température reste invariable toujours, tandis qu'au début de la cristallisation la température varie (sauf pour les alliages exceptionnels cités). Cette circonstance s'explique aisément. Pendant qu'il se forme une seule espèce de cristaux, la composition

de la masse fondue varie constamment, et à chaque composition correspond une température différente d'équilibre entre la masse cristallisée et la masse fondue. Quand l'eutectique se solidifie, la composition de la masse fondue reste invariable et la température aussi.

Pour résumer les résultats des expériences de refroidissement, on relève sur les courbes les températures des points anguleux et des paliers, et on les représente sur un diagramme en fonction de la composition des alliages. A cet effet, nous élevons sur l'axe des concentrations AB un axe de températures qui lui est perpendiculaire (fig. 1). La température du début de la cristallisation de A s'abaisse à mesure qu'on introduit une proportion croissante de B et le point représentatif se déplace sur la courbe A_2a_2. Pour une faible proportion de B, le palier se transforme en un point anguleux très accusé, qui devient de moins en moins prononcé à mesure que la quantité de B devient plus grande. Mais, sur toutes les courbes de refroidissement, apparaissent à une même température des paliers de durée variable. Cette durée est maximum au point d'eutexie a_2, mais, de part et d'autre, elle décroît, soit qu'on se rapproche du métal A pur, soit qu'on augmente la teneur en métal B, proportionnellement à la distance des deux droites a_2t_a et de l'horizontale $t_aa_2t_a$: elle s'annule pour le métal A et pour la combinaison définie A^mB^n.

Au point d'eutexie a_2 se coupent les deux courbes A_2a_2 et C_2a_2 correspondant au début de la cristallisation; la masse fondue est, à la température t_a, saturée de A aussi bien que de A^mB^n. Aussi les cristaux de A et de A^mB^n se séparent simultanément et la structure est à grains fins ou à lamelles, parce que les formations primaires font défaut.

La courbe du début de la cristallisation $a_2C_2b_2$ représente les températures auxquelles la masse fondue est saturée des cristaux de A^mB^n. Le sommet C_2 de cette courbe correspond à la température de fusion de la combinaison A^mB^n; cette température s'abaisse par l'addition soit de A, soit de B, et la quantité du mélange qui cristallisera finalement sous forme d'eutectique croît jusqu'aux concentrations figurées par *a* et *b*.

La cristallisation d'un liquide renfermant plus de métal B que l'alliage *m* demande encore quelques explications. Il s'agit alors de la formation de cristaux mixtes. Sur la courbe de refroidissement d'un pareil liquide, on observe un intervalle de cristallisation, pendant lequel l'abaissement de la température est retardé. Sur la figure 2, la courbe 2 présente un de ces intervalles, s'étendant de la température t_3 à la température t_4; le refroidissement y est retardé, parce que la chaleur de cristallisation devient libre.

Le point figurant la température t_3 est sur la courbe B_2c_2 et le point figurant la température t_4, qui marque la fin de la cristallisation (fig. 2), est dans la figure 1 sur la courbe B_2m_2, au-dessous de t_3, sur la même ordonnée.

Les liquides dont la composition est comprise entre B et *m* se solidifient en cristaux mixtes semblables entre eux. Ceux dont la composition est comprise entre *m* et *c* fournissent des agglomérés, dans lesquels le cristal mixte saturé m_2, formé en premier lieu, est enveloppé d'un eutectique, constitué par les combinaisons A^pB^q et les cristaux mixtes *m*.

Les circonstances de la cristallisation déterminent ainsi la structure de l'alliage. Si, entre la température des horizontales d'eutexie et la température ordinaire, n'intervient aucune action chimique entre les diverses espèces de cristaux, la structure à la température ordinaire correspondra encore à la marche de la cristallisation. Aux paliers d'eutexie, correspondent des quantités d'eutectiques proportionnelles à la durée de ces paliers. Aux combinaisons définies correspondent des paliers, dont la température est toujours plus élevée que celle des paliers d'eutexie voisins. Enfin, les alliages qui cristallisent dans l'intervalle de deux températures sont formés de cristaux mixtes.

III

Après avoir effectué cette « analyse thermique », qui consiste avant tout à dresser les courbes de refroidissement, puis à reporter sur le diagramme température-composition les températures des points anguleux et celles des paliers avec leur durée, on peut se faire de la structure de l'alliage une idée qu'il faut ensuite confirmer par l'examen microscopique. Le résultat de ce travail est le diagramme des états ou diagramme caractéristique de la combinaison binaire A et B. Nous verrons immédiatement sur ce diagramme à quelle température les alliages deviennent complètement fusibles et à quelle température chacun de ces alliages commence à cristalliser. Au-dessus de chaque droite eutectique commence la fusion, qui se termine seulement quand la température a dépassé la courbe au début de la cristallisation. Dans la fabrication des alliages, dans leur coulée, il importe souvent de connaître ces températures. Celui qui est en possession du diagramme caractéristique peut les déterminer aisément.

Mais ces mêmes diagrammes possèdent une importance de premier ordre dans l'étude des propriétés des alliages solidifiés. On n'est plus condamné à faire des essais à l'aventure, mais on peut les limiter aux composés définis, aux eutectiques, aux

TABLEAU I. — *Propriété*

	Ag.	Au.	Mg.	Zn.	Cd.	Hg	Al.	Tl.	Sn.	Pb.
Cu.	$f_{\ominus}$ 0. *KL* 1—99 Cu.	$f_{\ominus}$ 0. $K_{\ominus}$.	$f_{\ominus}$ $CuMg^2$, Cu^2Mg. *KL* 0—100.	$f_{\ominus}$ Cu^2Zn^3, $CuZn^2$. *KL* 25—70 Cu.	$f_{\ominus}$ Cu^2Cd^3, Cu^3Cd? *KL* 0—100 Cu.	—	$f_{\ominus}$ $AlCu^2$, $AlCu$, Al^2Cu. *KL* 4—71. et 89,5—94 Cu.	*fL* 3—33 Cu. 0. *KL* 0—95? Cu.	$f_{\ominus}$ Cu^4, Sn. Cu Sn. CuSn. *KL* 0—93 Cu.	*fL* 16—61 Cu. *KL* 0—97 Cu.
Ag.		$f_{\ominus}$ 0. $K_{\ominus}$.	$f_{\ominus}$ AgMg, $AgMg^2$. *KL* 0—72 Ag.	$f_{\ominus}$ Ag^2Zn^7, AgZn, Ag^2Zn^3, Ag^2Zn^5. *KL* 10—78 Ag.	$f_{\ominus}$ Combinaisons probables.	—	$f_{\ominus}$ Ag^3Al, Ag^2Al. *KL* 0—95 Ag.	$f_{\ominus}$ 0. *KL* 0—90 Ag.	$f_{\ominus}$ Ag^4Sn. *KL* 0—80 Ag.	$f_{\ominus}$ 0. *KL* 0,3—100 Ag.
Au				$f_{\ominus}$ AuZn, Au^2Zn^3, $AuZn^8$. *KL* 19—88 Au.	$f_{\ominus}$ Au^4Cd^3, $AuCd^3$. *KL* 0—82 Au.	—	$f_{\ominus}$ Au^4Al, Au^2Al^3, Au^2Al, $AuAl^2$, $AuAl$.	$f_{\ominus}$ 0. *KL* 0—95 Au.	$f_{\ominus}$ AuSn. $AuSn^2$, $AuSn^4$. *KL* 0—96 Au.	$f_{\ominus}$ Au^2Pb, $AuPb^2$ *KL* 0—100 Au.
Mg.				$f_{\ominus}$ $MgZn^2$. *KL* 0—100 Mg.	$f_{\ominus}$ MgCd. $K_{\ominus}$.	—	$f_{\ominus}$ Al^3Mg^4, *KL* 0—35. et 55—100 Mg.	$f_{\ominus}$ Tl^3Mg^4, $TlMg^3$, Tl^2Mg^3. *KL* 0—92 Mg.	$f_{\ominus}$ Mg^2Sn. *KL* 0—100 Sn.	$f_{\ominus}$ $PbMg^2$. *KL* 0—100 Mg
Zn.					$f_{\ominus}$ 0. *KL* 0—100 Cd.	$f_{\ominus}$ 0. *KL* 0—67 Zn.	$f_{\ominus}$ 0.	*fL* 2—95 Tl. *KL* 0—100 Zn.	$f_{\ominus}$ 0. *KL*? 0—100.	*fL* 1—99 Zn. 0. *KL*? 0—100.
Cd.						$f_{\ominus}$ 0. *KL* 62—65 Cd.	*fL* 9—100 Cd. 0. *KL* 0—100 Cd.	$f_{\ominus}$ 0. *KL*? 0—100.	$f_{\ominus}$ 0. *KL*? 0—100.	—
Hg.								$f_{\ominus}$ Hg^2Tl *KL*?	$f_{\ominus}$ HgSn. *KL* 0—95 Sn.	$f_{\ominus}$ 0. *KL* 0—65 Pb.
Al.								$f_{\ominus}$ 0—100 Al. 0. *KL* 0—100 Al.	$f_{\ominus}$ 0. *KL* 0—100 Al.	*fL* 5—100 Pb. 0. *KL* 0—100.
Tl.									$f_{\ominus}$ 0. *KL*?	$f_{\ominus}$ $PbTl^2$? *KL* 6—21 Pb.
Sn.										$f_{\ominus}$ 0. *KL*? 0—100.
Pb.										
Sb.										
Bi.										
Mn.										
Fe										
Co										
Ni										

$f_{\ominus}$ Micible à l'état liquide en toutes proportions.
fL Lacune dans les mélanges à l'état liquide.
0 Pas de combinaison chimique.
$K_{\ominus}$ Série de cristaux mixtes sans lacune.
KL Lacune dans la série de cristaux mixtes.

des métaux associés.

Sb.	Bi.	Mn.	Fe.	Co.	Ni.	Pd.	Pt.	Cr.	Si
$f_\circ$ Cu^2Sb, Cu^3Sb *KL* 0—50? Cu.	$f_\circ$ 0. *KL* 0—100.	$f_\circ$ 0. $K_\circ$.	$f_\circ$ 0. *KL* 2,5—97 Fe.	$f_\circ$ 0. *KL* 4—90 Co.	$f_\circ$ 0. $K_\circ$	$f_\circ$ 0. $K_\circ$.	$f_\circ$ 0. $K_\circ$	—	$f_\circ$ Cu^3Si, Cu^5Si^2 *KL* 4—100 Si.
$f_\circ$ Ag^2Sb. *KL* 0—85 Ag.	$f_\circ$ 0. *KL* 0—95 Ag.	—	*fL* 0—100. 0. *KL* 0—100.	*fL* 0—100. 0. *KL* 0—100.	*fL* 10—98 Ni. 0 *KL* 0—96 Ni.	$f_\circ$ 0. $K_\circ$.	$f_\circ$ 0. *KL* 48—95 Pt.	—	-
$f_\circ$ $AuSb^2$. *KL* 0—100.	$f_\circ$ 0. *KL* 0—95 Au.	—	$f_\circ$ 0. *KL* 37—72 Fe. à 20°. *KL* 20—82 Fe	—	$f_\circ$ 0. *KL* 5—80 Ni.	$f_\circ$ 0. $K_\circ$.	$f_\circ$ 0. $K_\circ$.		
$f_\circ$ Mg^3Sb^2. *KL* 0—100.	$f_\circ$ Mg^3Bi^2. *KL* 0—100.	—	—	—	$f_\circ$ $NiMg^2$, Ni^3Mg. *KL* 0—100.	—	—	—	
$f_\circ$ Zn^3Sb^2, ZnSb. *KL*? 0—100.	*fL* 2—90 Bi. 0.	—	$f_\circ$ jus. 20 de Fe. étudié. $FeZn^6$, $FeZn^3$.	—	NiZn². *KL* 0—14 Ni.	—	—	—	—
$f_\circ$ Cd^3Sb^2, CdSb. *KL* 0—100.	$f_\circ$ 0.	Mn insoluble dans Cd bouillant.	—	—	$NiCd^4$.	—	—	—	—
—	$f_\circ$.	—	—	—	—	—	—	—	—
fL? AlSb, formation lente. *KL*?	*fL* 2—92 Bi. 0. *KL* 0—100.	—	$f_\circ$ Fe^2Al^5. *KL* 66—48 et 40—0 Fe.	$f_\circ$ Co^3Al^3, Co^2Al^2, CoAl *KL* 90,5—80 et 68,5—0 Co.	$f_\circ$ $NiAl^3$, $NiAl^2$, NiAl. *KL* 87,5—81 et 68,4—0 Ni.	—	—	—	$f_\circ$ 0. *KL* 0—100 Si.
$f_\circ$ Tl^3Sb *KL*?	$f_\circ$ Bi^3Tl^4, $BiTl^3$. *KL* 0—66. et 92—93 Tl.	—	*fL* 0—100. 0. *KL* 0—100.	—	*fL* 0—90 Ni. 0 *KL* 0,98 Ni.	—	—	—	—
$f_\circ$ SbSn. *KL* 8—50. et 53—90 Sb.	$f_\circ$ 0. *KL* 0—97 Sn.	$f_\circ$ $SnMn^4$, $SnMn^2$, SnMn? *KL* 0—92 Mn.	$f_\circ$ combin. X. *KL* 0—81 Fe.	$f_\circ$ Co^2Sn, Co^3Sn^2? *KL* 0—100.	*fL* 3,5—18. et 30—45 Ni. Ni^3Sn^2, Ni^3Sn, Ni^4Sn? *KL* 0—85 Ni.	—	$f_\circ$ Pt^3Sn, $PtSn$, Pt^2Sn^3, Pt^3Sn^4. *KL*?	—	—
$f_\circ$ 0. *KL* 0—100.	$f_\circ$ 0. *KL*? 0—100.	*fL* 12—90 Mn. 0. *KL* 0—100 Mn.	*fL* 0—100. 0. *KL* 0—100.	*fL* 0—100. 0. *KL* 0—100.	*fL* 16—72 Ni. 0 *KL* 0—96 Ni.	$f_\circ$ $PdPb^2$, PdPb, Pd^2Pb, Pd^3Pb. *KL* 0—77 Pd.	*f*. *X*, PtPb. *X*.		—
	$f_\circ$ 0. $K_\circ$.	$f_\circ$ Sb^2Mn^2, $SbMn^2$ *KL* 0—31, 41—99 et 53—100.	—	$f_\circ$ CoSb, $CoSb^3$. *KL* 0—100.	$f_\circ$ Ni^2Sb^3, NiSb, Ni^5Sb^2, Ni^3Sb. *KL* 0—92,5 Ni	—	—	$f_\circ$ Sb^3Cr, SbCr. *KL* 0—39 et 32,5—90 Cr	$f_\circ$ 0 *KL* 0,3—99 Si
			fL 0—100. 0. *KL* 0—100.	*fL* 0—100. 0. *KL* 0—100.	$f_\circ$ $NiBi^3$, NiBi? *KL* 0—99,5 Ni.	—	—	*fL* 0—100. 0. *KL* 0—100.	*fL* 2—100 Si. 0. *KL* 0—99,2 Bi.
			$f_\circ$ 0. $K_\circ$.	—	$f_\circ$ Combinaisons. $K_\circ$	—	—		$f_\circ$ Mn^2Si, MnSi. *KL* 10—100 Si.
				$f_\circ$ 0. $K_\circ$.	$f_\circ$ $FeNi^2$? $K_\circ$	—	—	Combinaison *X*. *KL* dépendant de la température à laquelle est portée la masse fondue.	$f_\circ$ Fe^3Si, FeSi. *KL* 20—100 Si.
					$f_\circ$ 0. $K_\circ$.	—	—	—	—
								$f_\circ$ 0 *KL* 42-43 Ni.	$f_\circ$ Ni^3Si, Ni^2Si, Ni^3Si^2, NiSi, Ni^2Si^3 *KL* 0—14 et 19—100 Si.

termes extrêmes de la série des cristaux mixtes, en y joignant au besoin quelques termes intermédiaires. On arrive alors rapidement à se rendre compte si les propriétés cherchées peuvent se rencontrer dans la série d'alliages étudiée. Deux exemples illustreront cette méthode :

Déterminons, pour la série d'alliages AB, les volumes spécifiques et portons-les en ordonnées

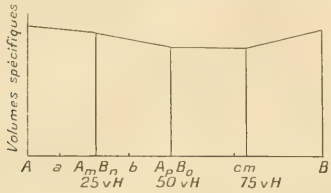


Fig. 3. — *Volumes spécifiques des alliages en fonction de la concentration.*

au-dessus de l'axe AB des concentrations (fig. 3). Joignons les extrémités de ces ordonnées par des droites, qui se couperont aux points figurant les composés définis ou les cristaux mixtes saturés. En effet, si l'alliage est formé de deux espèces de cristaux seulement, le volume variera proportionnellement aux quantités de ces deux espèces de cristaux ; comme celle-ci varie proportionellement à la composition, il en sera de même du volume. Pourtant, quand on atteint la composition pour laquelle l'une des espèces de cristaux disparaît, le coefficient de proportionnalité varie brusquement et la droite fait un coude. Dans les expériences faites jusqu'à présent, le volume des cristaux mixtes s'est trouvé aussi être une fonction linéaire de la concentration.

Par conséquent, il suffira de connaître les volumes spécifiques des combinaisons définies et des termes extrêmes de la série des cristaux mixtes pour déterminer, par une interpolation graphique linéaire, les volumes spécifiques de tous les alliages de la série.

En ce qui concerne la conductivité des alliages, nous possédons aussi quelques règles, qui nous permettent de nous faire une idée d'ensemble sur la manière dont varie cette conductivité avec la concentration.

Portons en ordonnées les conductivités et en abscisses les concentrations des alliages de la série qui nous occupe (fig. 4). D'après Le Châtelier, dans une série d'alliages formée de deux espèces de cristaux, dont les quantités varient, comme dans le cas considéré, en fonction linéaire de la concentration totale, la conductivité est également une fonction sensiblement linéaire de cette concentration. D'une combinaison définie à une autre, ou d'un des éléments à une combinaison définie ou encore d'une combinaison définie à une espèce de cristal mixte saturé, la conductivité sera représentée par des courbes se confondant à peu près avec des droites. Ces courbes, presque rectilignes, se coupent aux points figuratifs des composés définis.

Il convient d'insister sur la variation de la conductivité dans une série de cristaux mixtes. Quand un métal forme avec un autre une série de cristaux mixtes, sa conductivité est fortement diminuée par l'addition de ce second métal, et les premières portions ajoutées provoquent une diminution plus forte que ne le font les autres. Comme la conductivité des alliages est toujours, autant que nous sachions actuellement, inférieure à celle du composant le plus conducteur, nous n'avons guère de chance de trouver un alliage dont la conductivité surpasse celle des métaux purs les plus conducteurs.

Ainsi, entre les conditions de la cristallisation, la structure intime et les propriétés des alliages, existent d'étroites relations. Nous n'avons d'autre but ici que de jeter un coup d'œil d'ensemble sur ces relations. A ceux qui voudraient approfondir la question, je recommanderai l'*Exposé élémentaire de la Métallographie* (éditeur Léopold Voss, 1907), par le Dr R. Ruer, ouvrage clairement écrit et sous une forme aisément accessible. Le lecteur y trouvera les données théoriques indispensables, ainsi que la technique des expériences qu'exige l'étude rationnelle des alliages.

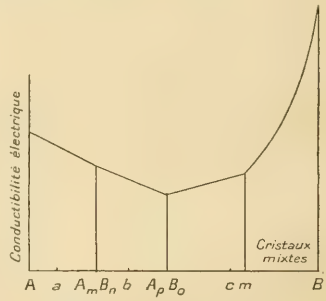


Fig. 4. — *Conductibilité électrique des alliages en fonction de la concentration.*

IV

Renseignés d'une manière générale sur la formation de la structure des alliages, nous sommes à même de nous reconnaître dans les cas particuliers. Le tableau des pages 410 et 411 résumera les propriétés des nombreuses combinaisons binaires formées des métaux usuels, en remarquant qu'on ne

peut faire entrer dans un tableau que les données les plus importantes.

Celui qui s'intéresse spécialement à un couple particulier de métaux verra aisément si ce couple a été étudié déjà, et, le cas échéant, trouvera les résultats détaillés dans les derniers volumes de la *Zeitschrift für anorganische Chemie*, où ont été publiés les travaux de mon Institut. Outre le diagramme caractéristique de la série d'alliages, ces Mémoires renferment des photographies de la structure et une description détaillée de celle-ci, les renseignements sur la dureté, la couleur, la susceptibilité magnétique, et aussi sur le mode de préparation. Les associations suivantes n'ont été, de notre part, l'objet d'aucune recherche, parce que leur histoire était déjà complètement faite par d'autres expérimentateurs :

CuSn : Heycock et Neville, *Phil. Tr.*, 202 A (1903), p. 1.
AuAl : Heycock et Neville, *Ibid.*, 194 A (1901), p. 201.
CuZn : Shepherd, *Journ. phys. Chemie*, t. VIII (1904), p. 421.
ZnTl et HgTl : Kuznakow et Puschin, *Zeitsch. anorg. Chem.*, t. XXX (1902), p. 86.
AgMg : Zemczuznyj, *Zeitsch. anorg. Chem.*, t XLIX (1906), p. 400.
CuSb : Baikow, *Trav. de l'Institut des Ponts et Chaussées de St-Pétersbourg*, 1902.
CdHg : Byl, *Zeitsch. phys. Chemie*, t. XLI (1902), p. 641.
BiCd : Kapp (Thèse), Königsberg, 1901.

Dans la première ligne et dans la première colonne du tableau I sont inscrits, rangés dans le même ordre, les symboles usuels des métaux. De cette façon correspondent à chaque association binaire de deux éléments deux cases, dans une seule desquelles on a fait figurer les données essentielles qui caractérisent le couple. La moitié des cases reste inutilisée.

Les abréviations doivent être interprétées comme il suit :

Le signe *l** indique que les deux métaux à l'état liquide se mélangent en toutes proportions. Le signe 0 signifie que les deux métaux ne forment aucun composé défini. S'il existe de tels composés, leur formule est inscrite. Lorsque la composition de la combinaison définie n'est pas certaine, on a employé la lettre X, comme on le voit pour FeSn, FeCr, PtPb.

Le signe K∞ signifie que les deux métaux à l'état cristallisé forment une série de cristaux mixtes, sans lacune : ce phénomène se produit surtout avec les métaux de propriétés chimiques voisines et dont la température de fusion est élevée.

Le signe KL veut dire qu'il existe une lacune dans la série des cristaux mixtes, et le signe fL une lacune de mélanges dans la série des alliages liquides. Les intervalles de concentration correspondant à ces lacunes sont indiqués par les chiffres qui accompagnent les symboles KL et fL. Ainsi KL6 — 23Pb, dans la case PbTl, doit être lu : le plomb et le thallium forment, dans l'état cristallisé, des cristaux mixtes; mais dans cette série de cristaux mixtes existe une lacune entre 6 et 23 °/₀ de plomb. Les alliages dont la concentration totale est comprise entre ces limites se composent, à la température où ils sont complètement solidifiés, d'un mélange des cristaux mixtes saturés à 6 et à 23 °/₀ de plomb. Dans la case BiAl, on trouve fL2 — 92Bi,0,KL0 — 100, ce qui signifie : le bismuth et l'aluminium sont peu solubles l'un dans l'autre à la température de fusion du métal le moins fusible : la lacune des mélanges s'étend, à cette température, de 2 à 92 °/₀ de bismuth. Par suite, si l'on mélange, par poids égaux, du bismuth fondu et de l'aluminium fondu à 660°, il se forme deux couches qui ne se mélangent pas, malgré tout brassage. La couche la plus dense renferme 92 °/₀, la moins dense 2 °/₀ de bismuth. Après refroidissement, comme il n'y a pas de composé défini, la couche inférieure est formée de cristaux de bismuth pur, la couche supérieure de cristaux d'aluminium pur, entre lesquels se trouve occlus du métal étranger en petite quantité.

Ce tableau fournira ainsi une première indication. Pour les cas particuliers, il faudra recourir aux Mémoires originaux.

L'intéressé qui prendra pour guide l'ouvrage déjà recommandé du Dr Ruer n'éprouvera aucune difficulté à utiliser les documents qui lui sont offerts ici.

G. Tammann,
Directeur de l'Institut de Chimie minérale
de l'Université de Göttingen.

REVUE ANNUELLE DE GÉOLOGIE

PREMIÈRE PARTIE

I. — Nouvelles études sur le volcanisme.

Les remarquables études de M. Lacroix sur la Montagne Pelée et sur l'éruption du Vésuve d'avril 1906, dont nous avons rendu compte dans notre précédente *Revue*[1], viennent d'être complétées par un nouveau travail du même auteur, publié sous le titre : « *La Montagne Pelée après ses éruptions*[2] ». Ce savant s'est proposé d'apporter de nouvelles vérifications aux vues théoriques exposées sur la structure du dôme récent, et de montrer comment certaines manifestations des volcans de la Montagne Pelée et du Vésuve s'éclairent mutuellement.

Après avoir consacré quelques pages à la fin de l'éruption et à l'état actuel de la montagne et des régions dévastées, le professeur du Muséum s'occupe de nouveau de la structure du dôme et des roches qui le constituent. Il rappelle que ce dôme s'est formé par deux mécanismes distincts : 1° émission du magma à *l'état visqueux* ; 2° extrusion à *l'état solide*. Le dôme récent doit être interprété comme une masse visqueuse à haute température, enveloppée par une carapace solide, fissurée, cachée elle-même par des blocs se détachant sans cesse de sa surface, à mesure qu'elle augmentait de volume et qu'elle se refroidissait. Quand les parois du dôme furent devenues assez épaisses pour résister au mouvement d'expansion du magma, l'activité se localisa au sommet. C'est alors que se produisirent les phénomènes d'extrusion, caractérisés par les poussées à l'extérieur de portions du magma incandescent, qui n'étaient plus visqueuses, mais solides. Il en résulta la formation d'une aiguille (octobre 1902 à août 1903).

La période d'activité qui suivit la chute de l'aiguille fut caractérisée par des changements dans la modalité des phénomènes explosifs. Ils eurent moins d'intensité, mais furent plus multipliés. Quant aux phénomènes d'extrusion, ils consistèrent dans la formation de petites aiguilles déplacées vers l'Est. Enfin, il y eut augmentation du volume même du dôme.

L'examen microscopique des roches produites pendant cette période démontre qu'elles contiennent des éléments ayant cristallisé moins vite et sans doute plus profondément. Les portions sorties alors n'étaient probablement pas constituées par du magma venant directement de la profondeur, mais devaient consister en portions de celui-ci, consolidées depuis longtemps dans le dôme, et poussées au jour, soit par l'arrivée de nouvelles quantités du magma sous-jacent, soit par des mouvements gazeux pouvant disloquer les parties déjà solidifiées.

Ces phénomènes méritaient d'être exposés et de retenir l'attention des géologues ; ils démontrent que, dans un massif éruptif, dans un filon, des mouvements de masse solide au milieu d'une masse également solide ont pu se produire sans qu'il soit nécessaire de faire intervenir, pour les expliquer, des mouvements orogéniques postérieurs à la mise en place.

Dans son premier Mémoire, M. Lacroix s'était attaché à décrire aussi minutieusement que possible les *nuées ardentes*. Il se demande maintenant quelle place il faut leur assigner parmi les phénomènes explosifs des volcans.

Comme on le sait, ces phénomènes ont pour cause l'émission violente et brusque de produits gazeux à haute tension, entraînant avec eux des matériaux visqueux ou solides. La façon dont les gaz sont libérés du magma est fonction de l'état physique de celui-ci, ainsi que de sa fluidité plus ou moins grande au moment de l'éruption. Ce sont les variations dans cette propriété du magma qui modifient le phénomène explosif.

Ces phénomènes d'explosion peuvent être divisés en un certain nombre de types, que M. Lacroix définit de la façon suivante : 1° *Type hawaïen*, dans lequel l'émission de la lave n'est pas accompagnée de véritables explosions, mais consiste dans la production d'un jet avec dégagement de vapeurs légères ; 2° *Type strombolien*, consistant en dégagements gazeux, accompagnés de violentes explosions qui lancent dans l'espace des portions de lave pâteuse ; les projections, vues de près, sont incandescentes, parfois même en plein jour, comme l'auteur a pu le constater, en septembre 1905, sur les bords du cratère du Stromboli ; 3° *Type vulcanien*, se produisant lorsque, au moment de l'éruption, le magma éruptif est très visqueux ; chaque éruption brise la roche plus ou moins solidifiée, produisant ainsi à ses dépens une quantité énorme de débris anguleux et de poussière fine ; les nuées

[1] J. Révil : Revue annuelle de Géologie. *Rev. gén. des sc.*, numéro du 15 novembre 1907.

[2] A. Lacroix : La Montagne Pelée après ses éruptions, avec observations sur les éruptions du Vésuve en 79 et en 1906. Paris, Masson et Cie, 1908.

sont ordinairement sombres, sillonnées d'éclairs; 4° *Type péléen*, consistant en explosions se produisant aux dépens d'un milieu plus ou moins complètement solidifié: la compacité est plus grande que celle des nuées vulcaniennes, et la proportion des matériaux entraînés plus considérable. C'est à des nuées de ce type qu'est due la destruction de Saint-Pierre. L'entraînement en masse de matériaux à haute température empêche leur prompt refroidissement; aussi les brèches conservent pendant longtemps une certaine température, et, comme conséquence, il y a production de *fumerolles secondaires*, de *phénomènes secondaires périphériques*, et souvent de *torrents boueux* chauds.

Nous devons ajouter que ces divers types d'explosion présentent entre eux tous les intermédiaires possibles. Un type d'explosion n'est pas, en effet, lié à un volcan ou à un magma déterminé. A la Montagne Pelée, où la composition chimique du magma ne s'est pas modifiée, on a vu alterner des coulées épanchées au loin, des tufs constitués les uns par des ponces, les autres par des brèches, et la dernière éruption s'est accompagnée de phénomènes explosifs vulcaniens et péléens. Ces explosions ne peuvent se produire au cours d'une même éruption que quand les conditions de venue au jour du magma changent.

La dernière partie de l'ouvrage de M. Lacroix est consacrée à un examen comparatif des causes ayant amené la destruction des villes de Pompéi et de Saint-Pierre. L'éminent professeur publie des extraits de la lettre de Pline le Jeune à Tacite, extraits mettant hors de doute que les phénomènes volcaniques survenus l'an 79 de notre ère sont de même nature que ceux qui ont produit la destruction partielle d'Ottajano et San Giuseppe, en avril 1906. La ville de Pompéi est ensevelie sous les mêmes matériaux sensiblement distribués, et sa destruction est le résultat d'un phénomène ayant eu une durée de quelques jours. C'est un ensevelissement progressif par des projections lancées dans l'espace et retombées sur le sol, à la façon de la grêle et de la pluie. Par contre, à Saint-Pierre, la destruction s'est produite instantanément, sous l'influence de matériaux brûlants et de violentes actions mécaniques s'exerçant dans une direction horizontale, sans aucun mouvement du sol.

Les relations de la lave et des gaz ont fait l'objet de recherches intéressantes, méritant d'être connues, et dues à M. Albert Brun[1], chimiste à Genève. Ce savant a joint aux observations faites sur le terrain des expériences exécutées dans le laboratoire et singulièrement suggestives. Elles lui ont permis de conclure que les gaz sont combinés dans la lave, et que leurs générateurs sont des *azotures*, des *hydrocarbures* et des *siliciochlorures*. Une roche quelconque, dit-il, qui en contient quelque peu, fait explosion par réchauffement. Les gaz sont donc indépendants de la nature du magma. Quant à la température explosive, c'est celle de la fusion du *verre* du magma éruptif.

Les phases volcaniques peuvent s'exprimer ainsi : de 0° à 825°, volatilisation d'eaux telluriques; à 825°, début de fumées de chlorures; à 874°, à 1.060°, à 1.100°, températures explosives; à 1.100°, température moyenne des laves coulantes.

Dans un second Mémoire, le même auteur croit pouvoir avancer que le volcan fonctionne sans eau d'origine profonde. La seule qui puisse se former, dit-il, est due à la combustion à l'air de l'hydrogène des hydrocarbures ou de l'ammoniaque. Il y en a peut-être un peu, ajoute-t-il, qui serait dû à la combustion directe, dans le magma fondu, de l'hydrogène par l'oxygène des silicates. Les réactions volcaniques, engendrées dans le milieu éruptif, se passent comme si le milieu était presque anhydre, tandis que, dans l'explosion volcanique, l'azote et le chlorhydrate d'ammoniaque sont d'origine profonde et cratérienne.

M. Brun a appuyé ses conclusions sur l' « anhydrité » du cratère en activité par des recherches effectuées au Pic de Teyde et au Timanfaya (volcans des Canaries). Avec M. Montagnier, il a organisé une expédition pour doser directement la vapeur d'eau dans les gaz émanés de deux cratères encore chauds. Les résultats obtenus lui ont permis de formuler la conclusion suivante : « Un volcan encore chaud n'émet pas d'eau, pour la raison très simple qu'il se trouve dans une région géographique où les pluies et les eaux telluriques sont absentes. » Ce résultat, ajoute l'auteur, ne semble pas pouvoir prêter à la critique; la température de 360°, si près de la surface, indique un état de chaleur permanente et l'existence de lave voisine.

En terminant, notre confrère signale un fait curieux observé au Pic de Teyde : c'est que les laves, en coulant sur une pente rapide, ont donné lieu à une striation analogue à une *striation glaciaire*.

II. — La nature des mouvements de l'écorce terrestre.

La littérature géologique française s'est enrichie, à la fin de l'année 1907, d'un nouveau Traité de Géologie, dû à la plume de M. Emile Haug; il a été édité avec le plus grand luxe par la librairie

[1] A. Brun : Quelques recherches sur le volcanisme. *Arch. des Sc. phys. et nat.*, mai et juin 1905, novembre 1906, février 1908.

Armand Colin[1]. Présenté avec cette clarté d'exposition que connaissent les lecteurs de la *Revue*, le premier volume est consacré à l'étude des « Phénomènes géologiques ». L'éminent professeur de la Sorbonne a pris pour fil conducteur non leur localisation, mais leur succession dans le temps; il passe successivement en revue les phénomènes de sédimentation (*Lithogénèse*), ceux de déformation de l'écorce terrestre (*Orogénèse*), enfin ceux de la formation du modelé (*Glyptogénèse*).

L'étude de ces phénomènes est précédée de chapitres consacrés à la morphologie du globe terrestre et à la distribution des organismes; elle est suivie d'intéressantes considérations ayant trait aux déplacements des lignes de rivages et aux théories orogéniques.

Ces deux derniers chapitres, de tous points remarquables, présentent un certain nombre de vues nouvelles, méritant d'être connues de ceux qu'intéressent les Sciences de la Nature. Il nous a semblé utile d'en exposer les principales données, et de montrer où en sont, à l'heure actuelle, les idées des géologues sur des questions qui les préoccupent, à juste titre, depuis de nombreuses années.

L'histoire des temps géologiques montre que les lignes de rivages n'ont pas occupé une position stable, et que la distribution des terres et des mers a été, d'une période à l'autre, sujette à de continuelles variations. On a appelé *transgression marine* l'envahissement par la mer d'une région précédemment exondée, tandis qu'on a nommé *régression* le retrait de la mer d'une région qu'elle occupait précédemment. Les mouvements amenant les mers à empiéter sur le continent ont encore été qualifiés de *positifs*, et ceux qui, au contraire, ont amené les terres à empiéter sur les mers ont été désignés sous le nom de mouvements *négatifs*.

Quelles furent les causes de ces déplacements? S'agit-il, se demande le savant professeur, de mouvements du sol, d'affaissements ou de soulèvements, donnant lieu soit à des invasions marines, soit à des retraits? S'agit-il, au contraire, de véritables *oscillations du niveau des mers*, c'est-à-dire de ces oscillations générales que l'illustre géologue viennois Edouard Suess qualifie de *mouvements eustatiques* et qu'il explique, pour les mouvements négatifs, par des effondrements, tandis que les mouvements positifs seraient dus à l'accumulation des sédiments sur le fond des océans et au remplissage des dépressions marines? Ces effondrements se sont certainement produits à certaines époques; ils ont donné lieu à des appels d'eau considérables, ceux-ci s'étant formés sur l'emplacement de terres émergées. D'autre part, par compensation, le niveau des océans devait s'abaisser d'une certaine quantité sur la surface du globe.

Tout en ne niant pas complètement l'existence de ces variations du niveau des mers, M. Haug revient à l'ancienne idée des variations lentes du sol. Il cherche si les transgressions et les régressions marines peuvent être attribuées à ce phénomène. Il en trouve la preuve dans les études récentes sur l'histoire de la Scandinavie pendant les temps quaternaires. Vers la fin de la troisième glaciation, expose-t-il, les grands glaciers se retirèrent, laissant derrière eux des moraines stadiaires, et la mer envahit les territoires abandonnés. Cette invasion marine ne s'explique que par un affaissement général de la région, qui se produisit en même temps que la fusion des glaciers. Cette mer a laissé des dépôts sous la forme d'une argile à *Yoldia arctica*, dépôts qui se retrouvent actuellement à des altitudes variables, oscillant entre 0 et 270 mètres. Postérieurement donc à l'invasion de cette mer, le sol subit un relèvement qui n'eut pas partout la même amplitude. Postérieurement encore au retrait de la mer à *Yoldia*, il se produisit une nouvelle invasion, celle de la mer à *Littorines*, suivie aussi d'un soulèvement.

C'est bien, conclut M. Haug, dans les oscillations verticales du massif finno-scandinave que doivent être recherchées les causes de ce déplacement. Cela étant, il y a lieu de distinguer, à côté des mouvements *orogéniques*, d'autres mouvements, que l'on peut désigner sous le nom d'*épirogéniques*.

Les mouvements du fond des géosynclinaux, qui aboutissent souvent à la formation d'un « géoanticlinal médian », peuvent être considérés comme le prélude de la formation des plissements devant naître sur l'emplacement des géosynclinaux. Nous les assimilerons aux mouvements orogéniques. Par contre, nous considérerons les mouvements épirogéniques « comme des oscillations verticales des aires de surélévation qui ont leur contre-coup dans les aires d'ennoyage voisines ». Ces derniers mouvements, c'est-à-dire ces oscillations verticales, aussi bien positives que négatives, des masses continentales, constituent de véritables soulèvements. Ils n'ont rien de commun avec les mouvements orogéniques et leur sont consécutifs.

Les plissements sont dus à des refoulements latéraux, à des mouvements tangentiels de l'écorce terrestre. Cette conception est aujourd'hui universellement admise; la preuve matérielle en a été fournie par la constatation de ces gigantesques *déplacements horizontaux*, bien mis en évidence par Marcel Bertrand. Un Mémoire posthume de ce

[1] Emile Haug : Traité de Géologie. I. Les phénomènes géologiques (195 figures et cartes et 71 planches de reproductions photographiques hors texte); Paris, 1907, librairie Armand Colin. Le premier fascicule du t. II (Les périodes géologiques) a paru en décembre 1908. Nous en rendrons compte lorsque l'ouvrage sera terminé.

regretté maître[1] — mémoire récemment livré à la publicité — a montré la généralité de ces phénomènes, dont le mécanisme se rattache à la phase de la formation des plis, et qui s'explique de la façon suivante :

« Des actions de refoulement peuvent faire naître dans une nappe horizontale des plis droits ou couchés, selon que les points d'application des forces sont placés ou non à la même hauteur; c'est ce que montre bien simplement la comparaison avec une feuille de papier ou de carton peu épais. Or, une fois qu'un pli horizontal s'est produit et a amené en saillie une sorte de bourrelet au-dessus de la nappe primitive, les forces horizontales, qui continuent à agir dans les couches superficielles, ne peuvent avoir d'autre effet sur ce bourrelet que de le pousser en avant. Si la charnière synclinale, maintenue par les couches qu'elle englobe, reste fixe, et si le mouvement est assez lent, et le bourrelet assez épais pour que les couches qui le forment ne se disloquent ni ne se fragmentent, le résultat sera nécessairement un *allongement* du pli couché. Les bancs qui en forment le flanc supérieur sont sans cesse amenés par la force qui continue à pousser en avant les couches superficielles.

« Quant au flanc renversé, ce mouvement ne peut lui fournir de nouveaux matériaux; il reste constitué par les couches renversées du bourrelet primitif, et par conséquent, à mesure que le pli s'allonge, il faut que ces couches se répartissent sur un plus grand espace, c'est-à-dire qu'elles s'amincissent s'étirent. L'étirement du flanc renversé peut aller jusqu'à sa suppression totale, et apparaît comme une condition nécessaire de la formation du pli couché, quand le déplacement horizontal est considérable[2]. »

L'illustre savant fait remarquer que le phénomène ne se produit pas toujours avec cette simplicité théorique. La charnière synclinale peut se déplacer, ce qui implique la mise en mouvement d'une tranche plus profonde de l'écorce, et l'on est alors amené à étendre à cette tranche plus profonde les conclusions établies pour la tranche supérieure. De plus, la nappe de recouvrement ne reste pas toujours horizontale; il peut s'y produire des froissements secondaires, qu'il faut considérer comme une conséquence de la mise en mouvement de ces masses.

« Ainsi, *formation de plis horizontaux, déroulement de ces plis et glissement relatif, soit par tranches, soit par zones élémentaires, des parties mises en mouvement, avec propagation plus ou moins profonde de ces mouvements*, tels sont les termes simples auxquels se réduit le mécanisme des grands déplacements horizontaux et qui nous semblent suffire à en expliquer toutes les complications secondaires[1]. »

Abordant maintenant l'étude du mode d'action des forces qui entrent en jeu, nous dirons qu'à l'heure actuelle les géologues sont loin d'être d'accord. Pour les uns, ces forces consistent en phénomènes de *contraction*, tandis que d'autres y voient des phénomènes d'*expansion*.

La théorie de la contraction — formulée en 1852 par Elie de Beaumont, dans sa célèbre *Notice sur les systèmes de montagnes* — est déduite de l'hypothèse de la diminution du rayon terrestre sous l'influence du refroidissement. Cette théorie a été surtout développée par le géologue suisse Albert Heim, qui a cherché à mesurer la diminution subie par les chaînes des Alpes et du Jura, à la suite des phénomènes de plissement. Il évaluait à 120 kilomètres la diminution qu'aurait subie la largeur de la première de ces chaînes. Ces évaluations doivent être modifiées, par suite de la découverte des nappes de charriage, et, dans l'état de nos connaissances, il semble difficile d'établir des évaluations même approximatives.

Trois causes principales ont été invoquées dans les théories orogéniques ayant pour base l'hypothèse de poussées unilatérales : les *affaissements*, l'*isostasie* et l'*écoulement des masses superficielles de l'écorce*.

Basée sur l'hypothèse du refroidissement graduel du globe, la théorie des *affaissements* suppose que l'écorce terrestre, n'étant plus soutenue par la masse fluide sur laquelle elle repose, s'effondre graduellement. C'est Edouard Suess qui a surtout insisté sur le rôle joué par les effondrements dans la mise en saillie des reliefs terrestres. Une des idées fondamentales de l'œuvre du maître viennois est la notion de la dissymétrie des chaînes de montagnes, les plis d'une chaîne étant tous déversés dans une même direction. Lorsque le sens du déversement est inverse, on est en présence d'un plissement à rebours, dû à la tendance au recouvrement des dépressions.

A ce sujet, M. Haug fait remarquer que cette dissymétrie peut être expliquée par des mouvements de descente des deux aires continentales, séparées par un géosynclinal et pouvant déterminer un écrasement bilatéral de ce géosynclinal. Il se formera sur chacun des bords une zone de plissements déversés en sens inverse.

[1] Marcel Bertrand : Mémoire sur les refoulements qui ont plissé l'écorce terrestre et sur le rôle des déplacements horizontaux. Gauthier-Villars, libraire-éditeur, Paris, 1908. Ce Mémoire est précédé d'une préface de M. Termier, indiquant les circonstances qui en ont amené la publication.

[2] Marcel Bertrand : Mémoire sur les refoulements... *Loc. cit.*, p. 254.

[1] Id : *Loc. cit.*, p. 257.

La théorie de l'*isostasie*, due à Dutton, est définie par lui : « La condition d'équilibre de la figure vers laquelle la gravitation tend à réduire un corps planétaire, qu'il soit homogène ou non. »

Si la terre est suffisamment plastique, elle tendra vers une figure isostatique. D'autre part, on sait que les conditions d'équilibre de la surface sont constamment modifiées par les cours d'eau, enlevant les matériaux sur les masses continentales, pour les transporter dans les océans. L'équilibre isostatique se rétablira par ce déplacement vers les continents de la matière en excès sur les rivages des mers. La poussée tangentielle, dirigée ensuite de la mer vers les côtes, déterminera la formation de plis parallèles, de direction perpendiculaire au sens de la poussée.

La théorie *de l'écoulement des masses superficielles de l'écorce* suppose l'existence d'un plan incliné sur lequel, sous l'action de la pesanteur, les couches glissent en se plissant, de façon à ce que les plis soient déversés dans la direction de la pente. Le Professeur Reyer a pu reproduire, à l'aide d'expériences, ce mode de plissement[1].

Examinons en quoi consiste la *théorie de l'expansion*. Elle suppose que, dans une bande plissée de l'écorce terrestre, les deux bords de cette bande ne se sont pas rapprochés lors du plissement, mais que ce sont les roches constituant la bande qui ont augmenté de volume. Cette interprétation, formulée par Mellard Read, et adoptée par un certain nombre de géologues, attribue l'expansion à la dilatation résultant d'une augmentation de température.

Ces théories exposées, l'auteur cherche à préciser la nature des forces mises en jeu. Il les attribue à la *contraction* et à l'*isostasie*. Ces théories, dit-il, « s'accommodent fort bien de la naissance des zones de plissement sur le pourtour des continents, du déversement des plis vers ces continents, du resserrement graduel des géosynclinaux ». La vérité résiderait peut-être, ajoute-t-il, dans la combinaison de ces deux théories : la contraction aurait fourni la force, tandis que l'isostasie aurait déterminé le sens d'une poussée dirigée de la région axiale du géosynclinal vers l'aire continentale. A la contraction doit être imputée la formation des géanticlinaux médians et celle des faisceaux de plis à déversement indéterminé. A elle serait encore due la première ébauche des géosynclinaux. Par contre, l'isostasie aurait facilité leur approfondissement graduel. Quant aux mouvements épirogéniques, M. Haug avoue qu'aucune explication vraiment satisfaisante n'en a été fournie. On pourrait peut-être y voir des « bossellements lents occasionnés par l'ampleur surabondante de l'écorce ».

Concluons avec notre savant confrère que, si le mécanisme des mouvements orogéniques et épirogéniques commence à être bien connu, la part qui revient aux divers agents physiques nous échappe encore.

III. — Études synthétiques sur le Crétacé inférieur.

Un ouvrage bien connu des géologues allemands — auxquels il a déjà rendu de grands services — est le magistral Traité de Stratigraphie publié par l'éditeur E. Nægele, de Stuttgart, sous le titre de *Lethæa geognostica*[1]. Commencé sous la direction du Professeur Rœmer et continué sous celle de son savant successeur, M. Fritz Frech, cet ouvrage monumental, qui paraît par fascicules et dont la publication n'est pas encore terminée, renferme une série de Monographies, dues à des géologues s'étant signalés par une compétence spéciale dans les parties de notre Science qu'ils sont chargés de traiter. C'est ainsi que les chapitres relatifs au Paléozoïque et au Carbonifère sont dus à MM. Rœmer et Frech, que le Trias a été étudié par MM. Frech, Philippi, Noething et von Arthaber, le Crétacé inférieur par M. W. Kilian, le Quaternaire de l'Europe septentrionale par M. Geinitz. Quant aux volumes devant être consacrés au Néocrétacé, au Tertiaire et au Quaternaire alpin, ils n'ont pas encore été livrés à la publicité et sont impatiemment attendus.

L'espace qui nous est réservé ne nous permettant pas de résumer toutes ces monographies, nous nous contenterons d'analyser celle qui traite du Crétacé inférieur, dont la publication est de date récente (octobre 1907), et qui est due — bien qu'écrite en langue allemande — à un de nos plus savants géologues français, M. Wilfrid Kilian, professeur de Géologie à l'Université de Grenoble.

Bien que les divers étages du Crétacé inférieur nous aient livré de nombreux documents et aient été minutieusement décrits, tant en Europe que dans les autres continents, aucune synthèse n'en avait été tentée et nul travail d'ensemble ne leur avait été consacré. C'est cette lacune que vient combler la monographie que nous signalons à l'attention de nos confrères, monographie qui, pendant de longues années, servira nécessairement

[1] W. Kilian : Les essais de Géologie expérimentale du Professeur E. Reyer. *Rev. gén. des Sc.*, t. IV, pp. 425-428, 1893.

[1] *Lethæa geognostica*. Handbuch der Erdgeschichte. Herausgegeben von einer Vereinigung von Gelogen unter der Redaktion von Fritz Frech.

IIer Teil : Das Mesozoicum; 3e Band : Kreide. Palæocretacicum, von W. Kilian. E. Nägele, Stuttgart, 1907.

de base à toutes les études relatives à ces terrains. Elle permet l'établissement de parallélismes rigoureux et fournit une connaissance exacte des conditions bathymétriques que présentaient les mers de cette époque, ainsi que des données précises sur la succession des êtres qui les habitèrent et les changements ou les modifications qu'ils durent subir.

Après avoir esquissé les caractères spéciaux de la période et établi quelques données générales sur la faune et la flore, l'auteur reconnaît et étudie trois provinces géologiques : Province méditerranéenne ou Mésogée, Province volgienne ou boréale, Province indo-pacifique. Il rappelle ensuite les divers travaux dont ce groupe a été l'objet et donne un répertoire complet de tous les termes, noms d'étages, d'assises ou d'horizons qui ont été successivement employés.

M. Kilian étudie ensuite longuement les limites inférieures de la formation, au point de vue des étages Berriasien et Purbeckien. Le premier est, avec le Wealdien, rattaché au Valanginien, dont il forme l'assise inférieure, tandis que le second appartient incontestablement encore au Jurassique, dont il constitue l'horizon supérieur. Les fossiles recueillis et les passages latéraux constatés par l'auteur ou par quelques-uns de ses collaborateurs établissent cette interprétation sur des bases indiscutables. Abordant aussi la question de la limite supérieure — qui a prêté à discussion — il la place au-dessus de la zone à *Mortoniceras inflatum*. Quant aux divisions à établir dans l'ensemble de la formation, elles sont au nombre de cinq et correspondent aux étages suivants : 1° Valanginien (Valendisstufe = Unteres Neokom) ; 2° Hauterivien (Hauterivestufe = Mittleres Neokom) ; 3° Barrêmien (Barrêmestufe) ; 4° Aptien (Aptstufe = Aptésien) ; 5° Albien (Aubestufe = Gaultstufe).

Un chapitre très intéressant et très documenté est consacré aux nombreux facies que présentent les dépôts de cette époque et qui se classent de la façon suivante : facies continentaux, facies lacustres, facies saumâtres, facies marins. Ces derniers sont très différenciés et se subdivisent en : facies détritique, facies glauconieux et phosphaté, facies zoogène et récifal, facies bathyal, qui sont étudiés étage par étage.

Deux cartes, très claires et nettement établies, permettent de se rendre compte du développement de ces divers facies : l'une indique la distribution du facies urgonien dans l'Europe et le nord de l'Afrique ; l'autre est une carte des mers européennes à l'époque albienne. Le lecteur peut ainsi se rendre facilement compte de la répartition des mers à ces périodes anciennes et suivre l'auteur dans ses considérations sur les transgressions et régressions marines, ainsi que sur les migrations des faunes et leur répartition dans les provinces géologiques énumérées plus haut.

En outre, un tableau d'ensemble complète ces indications, en donnant la succession des zones d'Ammonites dans la Province méditerranéenne (Europe centrale) et dans la Province volgienne (Allemagne du Nord, est de l'Angleterre, Russie).

Dans la première de ces provinces, cette succession est la suivante, en remontant la série : 1° Zone à *Hoplites Boissieri* ; 2° zone des *Hoplites pexiptychus* et *H. Roubandianus*, avec *Oxynoticeras* (*Garnieria*) ; 3° zone des *Duvalia Emerici* et *Saynoceras verrucosum* ; 4° zone des *Hopl.* (*Leopoldia*) *castellanensis*, *L. Leopoldi* et *Hopl. radiatus* ; 5° zone des *Crioceras Duvali* ; 6° zone des *Desmoceros Sayni* ; 7° zone des *Parahoplites angulatus* ; 8° zone des *Pulchellia pulchella* et des *Holcodiscus Caillaudianus* ; 9° zone des *Heteroceras Astierianum*, *Desm. hemiptychum* ; 10° zone des *Parahoplites Deshayesi* et *Ancyl. Matheroni* ; 11° zone[a] des *Hoplites furcatus*, *Oppelia nisus* et *Phylloceras Guettardi* ; zone[b] des *Douvilleiceras subnodocostatum* et *Douv. Buxtorfi* ; 12° zone des *Parahoplites Nolani* et *Douv. nodosocostatum*, *Douv. Bigoureti* ; 13° zone des *Hoplites tardefurcatus* et *Hopl. regalis* ; 14° zone des *Hoplites dentatus* et *Acanthoceras Lyelli* ; 15° zone des *Schloenbachia* (*Mortoniceras*) *inflatum*. Les zones 1, 2, 3 sont valanginiennes ; les zones 5, 6, 7 appartiennent à l'Hauterivien ; 8 et 9 sont d'âge barrêmien ; 10 et 11 d'âge aptien ; enfin les zones 12, 13, 14 et 15 appartiennent à l'Albien.

La seconde colonne du tableau met en parallèle les zones précédentes avec la succession des zones de Céphalopodes (Ammonites et Bélemnites) dans le nord de l'Allemagne (colonne A), dans la Russie et le nord-ouest de l'Angleterre (colonne B). On peut se rendre bien compte de la succession de toutes ces assises et de leur parallélisme, qui est ainsi établi sur des bases absolument rigoureuses.

La deuxième partie du fascicule comprend une Introduction à la partie spéciale de la Monographie, c'est-à-dire à la description des types régionaux du Paléocrétacé. Le premier type est celui du sud-est de la France, qui a fait l'objet des recherches personnelles de l'auteur et qui, par suite, est minutieusement étudié, avec toute la précision désirable. L'étude de ce type, qui mérite de devenir classique, est d'un très haut intérêt. C'est là que le type bathyal est le mieux caractérisé, méritant de servir de cadre aux concordances à établir entre les différentes régions.

Pour la première fois est tentée une unification de la stratigraphie du Crétacé inférieur, basée sur

des considérations rationnelles, en partant du type bathyal et des subdivisions pouvant y être établies.

La description de ce type régional du sud-est de la France est seulement commencée dans le fascicule que nous avons sous les yeux, et la plus grande partie du deuxième fascicule doit lui être consacrée. Nous en rendrons compte, lors de son apparition, car son importance ne le cédera en rien à celle du premier. La compétence de l'auteur, bien connue de tous, et les nombreux documents actuellement réunis à l'Institut géologique de l'Université de Grenoble nous sont un sûr garant de l'intérêt que présentera son travail.

La magnifiqne publication à laquelle appartient la monographie que nous venons de résumer, et qui est éditée sur un plan analogue à celui du célèbre ouvrage ayant pour titre *Das Tierreich*, consacré au règne animal, — également rédigé par un groupe de spécialistes allemands, anglais et français, — est un véritable monument dont aucune bibliothèque scientifique ne peut se passer. Il constitue, en quelque sorte, le bilan de nos connaissances géologiques à l'époque actuelle.

IV. — Les temps quaternaires dans la région de Monaco.

Au nombre des problèmes les plus passionnants dont les géologues se sont occupés en ces dernières années se place, sans contredit, celui des changements de la Méditerranée pendant les temps quaternaires. Un jour nouveau vient de se faire sur cette importante question par des découvertes sensationnelles dont la science est redevable au Prince de Monaco[1]. Trois grottes des environs de Menton (Grotte du Prince, Grotte des Enfants et Grotte du Cavillon) ont été fouillées sous son intelligente direction, avec l'aide du chanoine de Villeneuve; elles ont livré des documents géologiques, paléontologiques, archéologiques et anthropologiques d'une extrême richesse. Ces documents ont permis d'arriver à d'importantes conclusions et, grâce à eux, nous sommes aujourd'hui en possession de renseignements précis sur la succession des temps quaternaires dans la région de Monaco.

Malgré les explorations dont ces grottes avaient été l'objet — et dont les plus importantes ont été effectuées de 1871 à 1895 par M. Emile Rivière, dont le zèle inlassable est au-dessus de tout éloge, — il régnait encore une certaine incertitude sur la chronologie des gisements et sur l'âge des squelettes humains rencontrés. Les fouilles nouvellement entreprises, méthodiquement poursuivies, ont apporté la lumière sur les questions controversées; aussi méritent-elles la reconnaissance non seulement des préhistoriens, mais encore des géologues, en un mot de tous ceux qu'intéressent les études relatives à la période quaternaire.

La luxueuse publication où ces documents ont été publiés a déjà été présentée aux lecteurs de cette *Revue*[1]. Il ne sera question ici que des données géologiques étudiées par M. Marcelin Boule, professeur au Muséum d'Histoire naturelle, données qui nous semblent mériter une analyse spéciale.

Les grottes fouillées par le prince de Monaco sont creusées dans des rochers jurassiques qui se développent entre Menton et Vintimille ; elles sont connues sous le nom de *Baoussé-Roussé* ou *Roches-Rouges*, ou encore, et plus communément, de *Grottes de Menton*, bien qu'elles soient situées sur le territoire de la commune de *Grimaldi* (Italie). La plus importante d'entre elles, la grotte dite « du Prince », présente des phénomènes de remplissage extrêmement intéressants, car elle a été exposée aux effets d'un ruissellement superficiel, ayant parfois acquis des caractères torrentiels.

Tous les terrains, à l'exception de l'assise la plus élevée, appartiennent au Quaternaire (époque pléistocène). En effet, un foyer supérieur renferme des ossements d'éléphants, d'ours et de hyènes, c'est-à-dire d'animaux qui ont actuellement disparu de nos régions. Ces terrains se divisent en deux groupes, que séparent de grands blocs éboulés et dont l'allure est assez différente : le premier renferme des espèces dénotant un climat chaud, tandis que le second indique un climat froid. Cette constatation de deux faunes chaudes et froides sur la Côte d'Azur était un fait important à reconnaître, car il est conforme à ce qui a été observé dans les régions septentrionales et centrales du continent européen.

Quelle place doivent occuper ces divers dépôts dans la série quaternaire? Les dépôts inférieurs (couches n° 1 et n° 2, avec foyers subordonnés E et D) doivent être classés dans le Pléistocène inférieur et considérés comme synchroniques des couches de Chelles. Quant au Pléistocène moyen et au Pléistocène supérieur, ils sont ici, dit M. Boule, très difficiles à délimiter. Au premier doivent être rapportées les couches désignées par les numéros 4, 5, 6, qui correspondent à une période de grande activité des agents atmosphériques. Par contre, on ne peut affirmer qu'il y ait dans la Grotte du Prince des couches fossilifères appartenant au Pléistocène supérieur. Ces dernières assises sont plus déve-

[1] L. de Villeneuve, M. Boule et R. Verneau : Les grottes de Grimaldi (Baoussé-Roussé). 3 vol. in-4° déjà parus. T. I, fasc. 1 : Historique et description, par le chanoine L. de Villeneuve; fasc. 2 : Géologie et Paléontologie, par M. Marcelin Boule. T. II : Anthropologie, par le Dr R. Verneau.

[1] *Rev. gén. des Sc.*, numéro du 30 octobre 1908, p. 836.

loppées dans les grottes voisines, où les documents archéologiques et anthropologiques sont également plus nombreux.

Le remplissage de la Grotte dite « des Enfants » est également quaternaire, car des ossements de renne ont été trouvés dans les couches tout à fait supérieures. Dans leur ensemble, les couches inférieures sont un peu moins anciennes que celles de la Grotte du Prince, tandis que les couches supérieures sont un peu plus récentes[1]. Enfin, la grotte du Cavillon présente aussi des terrains de remplissage d'âge pléistocène. Les phénomènes de ruissellement n'y ont joué qu'un rôle secondaire, et il s'agit presque exclusivement d'apports humains, de cendres mélangées avec des cailloutis, provenant de la désagrégation des parois rocheuses. Quant à la faune, il faut noter la présence d'un Eléphant, — qui est probablement l'Eléphant antique, — du Rhinocéros de Merck, du Daim de la Somme.

Ces observations brièvement résumées, arrivons à la partie du Mémoire qui intéresse plus directement les géologues; elle est consacrée à la Paléogéographie, non seulement de la région avoisinant les grottes explorées, mais encore de toutes les côtes de la Méditerranée. Notre savant confrère recherche les vestiges laissés par les anciens rivages sur la Côte d'Azur, pour les comparer ensuite à ceux qu'ont rencontrés divers observateurs en une foule d'autres points des régions circum-méditerranéennes.

En premier lieu, il signale, dans la Grotte du Prince, un encorbellement dû à l'action des vagues, et qui se trouve à l'altitude de 23 mètres. Au-dessous de cet encorbellement, la roche calcaire est perforée par des Lithodomes.

Ce sont là les traces les plus anciennes d'une ligne de rivage quaternaire. Cette ligne s'est ensuite abaissée jusqu'à la cote + 12 mètres, où elle a édifié les dépôts recouvrant le plancher de la grotte, sur une épaisseur moyenne de 2 mètres. Cette plage correspond à un stade du mouvement négatif, dont la ligne supérieure de Lithodomes indiquerait un temps d'arrêt antérieur.

L'exploration du littoral, à l'est de la Grotte du Prince, a permis de retrouver, en plusieurs points, cette plage émergée, dont la partie supérieure ne dépasse pas 12 mètres d'altitude, et supporte des dépôts subaériens renfermant une faune de Mammifères qui appartiennent au Quaternaire inférieur (Hippopotame, Eléphant antique, Rhinocéros de Merck). La plage remonte donc à la même époque.

[1] Dans cette grotte ont été trouvés 4 squelettes humains à trois niveaux différents. Les squelettes des couches inférieures diffèrent de ceux des couches supérieures. D'après le Dr Verneau, ils constituent une nouvelle race, de type négroïde, qu'il appelle *la race de Grimaldi*.

Une conclusion analogue s'applique à d'autres points du pourtour de la Méditerranée, où les faunes et flores terrestres rencontrées dénotent une température supérieure à la température actuelle.

Ces faits rappelés, l'auteur aborde la reconstitution de l'histoire géologique des Grottes des Baoussé-Roussé. Elles ont pu commencer à se former, dit-il, dès que, à la fin du Miocène, les phénomènes orogéniques eurent amené les calcaires jurassiques dans la situation qu'ils occupent aujourd'hui. Au début du Pliocène, les régions circum-méditerranéennes subirent des mouvements positifs. Lorsque certaines cavités s'ouvraient à l'extérieur, elles étaient débarrassées par les vagues de leurs dépôts de remplissage, et leur dimension devait s'accroître d'une façon assez sensible. D'autre part, vers la fin de la période, le niveau de la mer devait être moins élevé qu'au début. En résumé, pendant toute la période pliocène, il a dû se produire une série de mouvements de sens contraire, dont on ne peut apprécier que le résultat final.

Au début du Quaternaire (Période pléistocène), la Grotte du Prince était baignée par les eaux d'une mer dont le niveau s'est maintenu pendant longtemps à la cote de + 25 mètres. Il s'est ensuite abaissé jusqu'à la cote + 12 mètres, et c'est alors que la mer a laissé les dépôts recouvrant directement le plancher de la grotte. Ce mouvement s'est continué et, en se retirant, elle a laissé entre elle et les rochers escarpés du littoral un espace assez vaste pour permettre aux Pachydermes d'y circuler.

Comme confirmation de cette manière de voir, on peut faire remarquer qu'une plate-forme sous-marine est bien dessinée en face de Grimaldi, de San-Rémo, de San-Lorenzo, où elle présente de 5 à 6 kilomètres de largeur. Nous devons ajouter encore qu'au droit des grandes vallées actuelles de la Ligurie on observe une topographie sous-marine représentant le prolongement de ces vallées. Il s'agit bien là d'une topographie sub-aérienne, aujourd'hui submergée.

Quelle amplitude assigner au mouvement de retour de la mer qui se produisit ensuite? Tout ce que l'on peut dire, répond l'auteur, c'est que ce mouvement positif — dont la réalité ne saurait être niée, puisque c'est lui qui a ramené la mer dans ses limites actuelles — n'a pas permis à celle-ci de dépasser le seuil général des grottes de Grimaldi, c'est-à-dire l'altitude de 10 mètres environ.

Après cette esquisse de l'histoire du littoral, dans les environs de Monaco, M. Boule passe en revue les diverses observations du même ordre relevées par de nombreux savants en d'autres points du pourtour de la Méditerranée.

Ce sont d'abord, entre autres localités de la Côte d'Azur, la pointe de Cabuel, près de Monaco,

où M. Ambayrac[1] a signalé, à 60 mètres d'altitude, un banc de calcaire jurassique percé de trous de Pholades. Ce sont ensuite, à la presqu'île Saint-Jean, entre Beaulieu et Villefranche, des sables marins à *Strombus mediterraneus* et *Conus Mercati*, étudiés par MM. Cazioť et Depéret[2].

En Ligurie, M. Issel[3] a fait connaître une ligne de perforation de Lithodomes, à 7 mètres au-dessus du niveau de la mer, aux environs immédiats de la capitale ligure. En Toscane, MM. de Stéphani et Lotti[4] ont reconnu divers lambeaux de grès quaternaires (*panchini*), à des altitudes variant de 15 à 25 mètres. Le premier de ces auteurs a récolté des débris d'*Elephas antiquus* et de *Rhinoceros Merki*.

Dans l'île de Capri, près de Naples, Oppenheim[5] a signalé une brèche calcaire à coquilles marines, située à 10 mètres d'altitude, ainsi que divers niveaux de perforations de Lithodomes. Il en est de même en Calabre, où ont été trouvés, à des altitudes variées, des dépôts marins fossilifères.

En Grèce, M. Cayeux[6] a observé plusieurs niveaux de perforations de Lithodomes sur les falaises calcaires de la citadelle de Nauplie; les plus élevées se trouvent à 28 mètres environ au-dessus de la mer.

En Messénie, M. Négris[7], a signalé récemment des vestiges d'anciens rivages, consistant en surfaces d'érosion marine sur les rochers, en cavités de lithophages et en terrasses sur le Pliocène récent et probablement sur le Pléistocène.

Autour de l'île de Chypre, les terrains quaternaires, d'après le regretté Gaudry, forment un cordon presque continu. Ces dépôts s'observent soit au niveau de la mer, soit à de faibles altitudes. Le plus souvent, ils s'étendent en stratification discordante au bas des terrasses pliocènes.

En Egypte se retrouvent, dans les grands traits, des successions analogues à celles qu'on a déjà observées sur d'autres points du littoral. Dawson[8] a rencontré des terrasses marines dans la basse vallée du Nil, au Mokkatam et près d'Alexandrie, tandis que le Professeur Zittel a décrit des dépôts coquillers dans la région des pyramides de Gizeh, à 64 mètres d'altitude. D'après M. Schweinfurth[9], c'est à la même cote que se remarque la limite supérieure des trous de Lithophages du Mokkatam, et qu'existent, près de Suez, des formations analogues auxquelles succédèrent des dépôts plus récents.

[1] *Bull. Soc. géol. France*, 4e s., t. II, 1902, p. 728.
[2] *Bull. Soc. géol. France*, 4e s., t. III, 1903, p. 321.
[3] *Boll. dell Soc. geol. ital.*, t. I, 1883.
[4] *Boll. Comit. geol. d'Ital.*, t. VII, 1876, et t. XVI, 1885.
[5] *Zeitsch. d. Geol. Gellesc.*, t. XLI, 1889.
[6] *Bull. Soc. géol. de France*, 4e s., t. IV, 1904, p. 87.
[7] Ph. Négris : Submersion et régression quaternaire en Grèce. *Bull. Soc. géol. France*, 4e s., t. VII, p. 418.
[8] *Geolog. Magaz.*, t. I, 1884.
[9] *Zeitsch. deutsch. geol. Gesell.*, t. XXXV, p. 716, 1883.

En Tunisie, M. Bedé[1] a décrit les dépôts à *Strombus mediterraneus* et *Mactra Lagilleiti* des environs de Sfax, tandis que MM. Flik et Pervinquière ont étudié les gisements de Monastir et de Sfax[2], et que le général de Lamothe a donné postérieurement un Mémoire détaillé sur les dépôts pléistocènes de la presqu'île de Monastir. Le même auteur[3] a publié encore d'importants travaux pour montrer la multiplicité des anciennes lignes de rivages de l'Algérie, et leur connexion avec les terrasses fluviales des grandes vallées.

MM. Ramsay et Geikie[4] ont établi l'existence au Maroc, dans les environs de Tanger, de deux terrasses marines et, à la base des sables coquillers de la terrasse inférieure, ils ont recueilli une molaire d'*Elephas antiquus*.

A Gibraltar, Smith, Ramsay et Geikie ont décrit des plages émergées ou des plates-formes d'érosion marine jusqu'à 210 mètres d'altitude. Les îles Baléares en présentent également, et J. Haime[5] a recueilli de nombreux mollusques, parmi lesquels le *Strombus mediterraneus*. Enfin, Hermite[6] a donné quelques détails sur des assises marines quaternaires de Majorque, dont l'altitude, dit-il, ne dépasse jamais 5 ou 6 mètres.

Toutes ces études confirment bien celles de M. Boule; elles permettent de formuler les conclusions suivantes :

« 1° Le phénomène de déplacement des rivages pendant les dernières époques géologiques est un phénomène général pour la Méditerranée;

« 2° Depuis le début du Pliocène, il y a eu abaissement progressif des lignes de rivages;

« 3° Les dépôts quaternaires sont presque partout sensiblement horizontaux et, par suite, postérieurs aux grands mouvements tectoniques;

« 4° La plupart des plages quaternaires se rapportent au Quaternaire inférieur;

« 5° Le Pléistocène inférieur correspond à un grand mouvement négatif de la Méditerranée;

« 6° Nécessité d'admettre plusieurs grands mouvements négatifs, au cours des dernières périodes géologiques. »

V. — La région Rubli-Gummfluh (Préalpes médianes), Suisse

Entre le lac de Thoune, au Nord, et la vallée de l'Arve (Savoie), au Sud, s'étend une zone montagneuse dont la structure est extrêmement compliquée, et où les phénomènes de *charriage* se pré-

[1] *Bull. du Muséum d'Hist. nat.*, 1903, n° 8, p. 422.
[2] *Bull. Soc. géol. France*, 4e s., t. IV, p. 195, 1904.
[3] *Bull. Soc. géol. France*, 3e s., t. XXVII, p. 257, 1889.
[4] *Quart. Journ. Geol. Soc. of London*, t. XXXIV, p. 514, 1878.
[5] *Bull. Soc. géol. France*, 2e s., t. XII, p. 742, 1855.
[6] *Etudes géologiques sur les îles Baléares*, Paris, 1879.

sentent avec un développement remarquable. Nous avons exposé dans cette *Revue* les travaux de M. Lugeon sur la partie savoisienne du massif[1].

M. Frédéric Jaccard, privat-docent à l'Université de Lausanne, l'un de ses élèves, a entrepris des recherches analogues sur la partie appartenant au territoire suisse. En 1904, il publiait une étude sur la région de la Brèche de la Hornfluh[2]. Postérieurement[3], il s'est proposé de compléter ses premières recherches en examinant ce que deviennent les restes de la « Nappe de la Brèche » conservés dans le massif voisin, celui du « Rubli-Gummfluh ».

Il a été amené à étudier dans ce massif les relations des digitations de la nappe de la Brèche avec les plis sous-jacents des Préalpes médianes.

Les premières hypothèses émises par M. Lugeon ont pu être vérifiées, et les vues synthétiques de ce savant, pouvant sembler prématurées, ont ainsi reçu une éclatante confirmation.

La région « Rubli-Gummfluh » s'étend de la chaîne du Mont-d'Or au lac de Thoune. On peut y distinguer les plis de la « *Brèche de la Hornfluh* », analogues à ceux de la Brèche du Chablais », en Savoie, et les plis des « *Préalpes médianes* », que limitent au Sud la zone du Flysch du Niesen et au Nord-Est la chaîne des Gastlosen-Laitmaire.

Au point de vue stratigraphique, cette zone des Préalpes médianes suisses se fait remarquer par un facies spécial du Dogger, le *Dogger à Mytilus*, tandis qu'au point de vue tectonique elle se caractérise par l'intensité de ses dislocations.

Étudiant en premier lieu les plis de la Brèche Chablais-Hornfluh, l'auteur en a retrouvé les restes entre les chaînons de la Gummfluh et du Rubli-Rocher-Plat, où ils forment deux plis distincts, puis au Nord-Ouest de ce dernier chaînon, où le complexe de calcaires appartenant à la formation jurassique est disposé en tête anticlinale déversée au Nord-Ouest et entourée par les couches rouges du Crétacé supérieur. Ces divers plis représentent trois digitations de la même nappe ; *ils reposent sur les terrains tertiaires* (Flysch). On arrive ainsi à la conclusion que les plis de la Brèche Chablais-Hornfluh forment *une seule et même nappe de recouvrement*, qui est plissée sur elle-même, *chevauchant* sur les terrains des Préalpes médianes.

Abordant ensuite l'étude des plis formés par ces derniers terrains, le professeur de Lausanne peut établir que « les chaînons de la Gummfluh, de la Dorffluh et du Rubli-Rocher-du-Midi représentent d'*énormes écailles*, de *gigantesques lentilles*, plus ou moins effilées sur leur bord ».

Fréquemment, ces lentilles sont repliées sur elles-mêmes, de manière à former des têtes de plifaille déversées au Nord-Ouest, et *reposant sur les terrains du Flysch*. Toutes les lentilles surnagent donc sur des assises tertiaires du Flysch.

« Si je ne craignais de me voir accuser de faire de la littérature, au lieu de science, écrit M. Jaccard, je n'hésiterais pas à comparer ces écailles à des épaves flottant sur une mer dont les vagues seraient composées des terrains du Flysch. »

En outre de ces grandes écailles, on peut encore constater la présence de lentilles plus petites, qui s'observent, pressées entre les grandes écailles, ou pincées au milieu du Flysch. « Pour continuer notre comparaison, ajoute l'auteur, ces dernières seraient des épaves flottant entre deux eaux. »

Le phénomène d'écailles formées par les terrains des Préalpes médianes et surnageant sur le Flysch n'est point spécial à la région Rubli-Gummfluh. Les mêmes faits ont été retrouvés dans le massif de la Hornfluh. Enfin, quant aux replis des terrains triasiques de la chaîne du Mont-d'Or, on doit les considérer comme l'homologue de l'écaille « Rocher-du-Midi-Rubli, et non, ainsi que l'ont pensé certains auteurs, comme la continuation de la corniche triasique de la Gummfluh.

Comment expliquer ces étranges phénomènes de lamination, puis de plissements des parties laminées ? On doit, conclut M. Jaccard, concevoir deux phases de mouvements distincts : celle de la nappe des Préalpes médianes et celle de la nappe Chablais-Hornfluh. Cette dernière serait un pli de seconde poussée et doit être classée parmi les nappes à « racines externes » ; elle aurait joué, à l'égard des Préalpes médianes, le rôle des nappes externes à l'égard des Préalpes internes.

Les plis de la deuxième poussée se subdivisent également en deux séries ; ils se sont développés dans les régions profondes des gneiss et dans les régions à facies helvétique. Vint ensuite la contraction finale et les Alpes prirent naissance en relief.

En terminant, notre confrère se demande si, comme le pense M. Steinmann, il n'existerait pas dans la région Rubli-Gummfluh une nappe supérieure à celles qu'il vient de décrire, nappe qui serait l'homologue de la « Rätische Decke » des Alpes orientales. Il avoue ne pouvoir répondre.

Il y a là un nouveau problème à résoudre que nous l'engageons vivement à élucider.

Dans un prochain article, nous terminerons l'analyse des travaux géologiques importants parus depuis notre dernière revue.

J. Révil,
Président de l'Académie des Sciences Belles-Lettres et Arts de Savoie.

[1] J. Révil. Les grandes nappes de recouvrement des Alpes françaises. *Rev. gén. des Sc.*, 15 novembre 1902.

[2] F. Jaccard : La région de la Brèche de la Hornfluh. *Bull. n° 5 des Laboratoires de Géol., Géogr. phys., Minéralogie et Paléontologie de l'Université de Lausanne*, 1904.

[3] Id. : La région Rubli-Gummfluh (Préalpes médianes) Suisse. *Bull. Soc. Vaud. Science Nat.*, vol. XLII, déc. 1907.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Reymond (Arnold). — **Logique et Mathématiques. Essai historique et critique sur le Nombre infini.** — 1 *vol. de* v-218 *pages; au Foyer solidariste. Saint-Blaise, près Neuchâtel*, 1909.

La pensée mathématique conserve-t-elle un élément synthétique irréductible, ou bien se réduit-elle à des constantes logiques : tel est le problème philosophique général que M. Reymond a en vue. Mais il a précisé ce problème : c'est, en effet, en étudiant la nature de l'infini mathématique numérique que la question générale se trouvera résolue. Bien que l'ouvrage de M. Reymond ne constitue pas, à proprement parler, une étude historique, les considérations sur l'histoire des Mathématiques y occupent une large place. Mais nous ne saurions résumer, dans les limites étroites de ce compte rendu, cette partie du travail de l'auteur, et nous aborderons immédiatement l'examen critique qu'il nous donne des théories logiques modernes.

M. Reymond étudie d'abord les logiques néo-criticistes de Renouvier et de M. Evellin, logiques qu'on peut appeler aussi *finitistes*. D'après ces théoriciens, l'infini et le continu, qui sont donnés *en fait*, ne sauraient subsister *en droit* comme éléments constitutifs de la pensée pure. M. Reymond n'accepte pas, et avec raison, les thèses finitistes d'après lesquelles, en bonne logique, l'Analyse infinitésimale constituerait un scandale pour la raison. La confusion qui, d'après notre auteur, vicie le raisonnement de Renouvier provient de ce qu'il ne distingue pas le continu de l'analyse pure du continu *donné* de l'intuition spatiale. « L'erreur de M. Renouvier, c'est de confondre la question de rigueur qui est propre à la continuité de l'analyse pure avec celle qui caractérise la continuité de l'espace... La logique néo-criticiste est donc impuissante à expliquer l'élément synthétique qui est propre aux Mathématiques. »

L'auteur examine ensuite, et c'est la partie principale de son ouvrage, la doctrine logistique. On sait que les logisticiens prétendent opérer la réduction de la pensée mathématique à des éléments purement logiques. Leur thèse est-elle légitime? M. Reymond pose d'abord le problème suivant : « L'appartenance des êtres numériques à leur classe peut-elle être définie dans les mêmes conditions que l'appartenance des êtres non numériques à la classe dont ils font partie? » En particulier, l'expression « tous » a-t-elle le même sens lorsqu'il s'agit d'êtres numériques et d'êtres non numériques? S'agit-il d'êtres non numériques (le concept d'homme, par exemple), les êtres, en tant que faisant partie de la classe considérée, sont tous semblables entre eux, au point de vue du concept; « quant au nombre des éléments, il est essentiellement indéterminé ». Lorsqu'il s'agit d'une classe de nombres, les éléments, tous différents entre eux, sont liés par une *loi de succession*, ce qui n'avait pas lieu dans le cas précédent, et « tous » implique ici une virtualité numériquement déterminée.

Maintenant, il faut examiner si l'on peut définir en fonction des constantes logiques l'ensemble des nombres entiers. La définition nominale des nombres entiers d'après la théorie logistique (Russell) suppose les définitions nominales de zéro et de un. Or, M. Reymond soutient que la Logistique ne fournit pas ces définitions. Admettons que la classe nulle existe et qu'elle est représentée par l'ensemble des valeurs de x rendant fausse la fonction propositionnelle $\varphi(x)$. Le zéro arithmétique pourra-t-il être défini par ce moyen? « En tant que faisant partie d'une classe numérique, dit notre auteur, dont tous les termes sont dissemblables, la variable doit tous les parcourir pour que nous puissions dire avec certitude : $\varphi(x)$ est toujours fausse. La vérification ne pourrait être faite que si tous les termes étaient donnés... Il faut donc ou bien réaliser ou tout au moins définir le nombre infini, ou bien définir le principe d'induction avant de tenter une définition arithmétique du zéro. Celui-ci ne saurait être considéré indépendamment des autres termes de la série... » M. Reymond développe des considérations analogues pour le nombre un. Mais nous ne saurions exposer complètement les critiques de notre auteur; qu'il nous suffise d'indiquer sa conclusion sur ce point : la théorie ordinale des nombres entiers implique un indéfinissable étranger à la Logistique, à savoir le principe d'induction.

Dans un dernier chapitre, l'auteur examine la théorie de l'infini mathématique et du continu, dans la doctrine logistique et dans le système de Cantor. Bornons-nous, sur ces difficiles questions, à donner quelques-unes des conclusions auxquelles il aboutit.

Il n'accepte pas, tout d'abord, la théorie de Russell justifiant l'infini numérique par la « compréhension » de son concept, parce que « cette justification renferme l'équivoque signalée sur la portée du mot *tous* ». En ce qui concerne les nombres transfinis, « le principe de formation, dit M. Reymond, qui nous a permis de créer le premier cardinal transfini aleph, ne peut servir à formuler le second, car ce principe n'est autre que la loi d'induction qui s'épuise dans le premier cardinal transfini... Pour définir une puissance supérieure comme l'est celle du continu, il faudrait qu'un nouveau principe (une nouvelle loi de succession) intervînt... ». En résumé, en revenant à la thèse principale de son ouvrage, M. Reymond conclut : ce qui caractérise l'infini mathématique, c'est une loi de succession impliquant la virtualité et le devenir. « Aussi chercherait-on en vain, dans tout le domaine de l'Analyse, une entité fixe et immuable correspondant au nombre infini. »

L'auteur a placé la discussion sur le véritable terrain : le terrain de la critique et de l'histoire des sciences, et, bien que nous ne puissions ici aborder l'examen approfondi des thèses qu'il soutient, nous indiquerons cependant certains points sur lesquels nous ne serions pas tout à fait d'accord avec lui, ou qui, du moins, exigeraient de sa part, nous semble-t-il, de nouveaux développements.

M. Reymond présente tout d'abord une thèse (il est vrai qu'il la présente comme hypothétique), qui dépasse les résultats de la science positive et que la critique ne saurait, par suite, accepter. C'est celle (p. 190) d'après laquelle il espère pouvoir rattacher à une loi de succession (?) des nombres premiers une définition du continu. Observons seulement que les résultats obtenus actuellement touchant la distribution des nombres premiers consistent dans certaines lois asymptotiques (travaux concernant la fonction Zêta de Riemann, etc.), et nous ne voyons pas comment on peut espérer obtenir, en se basant sur les travaux auxquels nous faisons allusion, une définition du continu. Ajoutons que la définition que donne Cantor du type Θ du continu linéaire, définition dans laquelle la notion d'ensemble parfait joue un rôle essentiel, ne nous semble pas suffisamment examinée par M. Reymond.

Insistons encore sur deux points généraux. La Logistique et le Cantorisme nous paraissent deux doctrines complètement différentes : unies *en fait* chez Russell,

elles ne sont pas logiquement solidaires. Les erreurs du Cantorisme ne sauraient retomber sur la Logistique, et réciproquement. Enfin, dans sa conclusion, l'auteur assigne comme but à la Logistique de caractériser les indéfinissables propres à chaque science. Mais, dans le corps de son ouvrage, il critique les bases que la Logistique veut donner à l'Arithmétique. Cette contradiction n'est peut-être qu'apparente, mais, après les discussions de M. Reymond, on se demande ce qu'il reste à faire pour la Logistique dans le domaine des indéfinissables arithmétiques.

Tout n'est pas à rejeter, cependant, dans la théorie logistique et, en suivant M. Peano plutôt que M. Russell, on peut croyons-nous, assigner à la Logistique un but positif : l'analyse des éléments grammaticaux et logiques impliqués dans les Mathématiques; mais on doit, bien entendu, renoncer à *réduire* l'Arithmétique à la Logique (thèse métaphysique de M. Russell). Il faut espérer que M. Reymond, qui vient de faire un bon livre, développera dans des études spéciales les points essentiels de sa théorie. M. Winter.

2° Sciences physiques

Claude (Georges), *Lauréat de l'Institut.* — **Air liquide. Oxygène. Azote.** *Préface de* M. d'Arsonval. — 1 *vol. in-8° de* 399 *pages, avec* 149 *figures.* (*Prix* : 15 *fr.*) *H. Dunod et E. Pinat, éditeurs. Paris*, 1909.

Ce volume est le produit de la transformation de l'ouvrage sur *l'Air liquide* du même auteur, volume dont nous avons rendu compte.

L'Air liquide n'était qu'un livre de vulgarisation, fort agréable à lire d'ailleurs, mais uniquement destiné aux gens du monde. Le présent ouvrage est à deux fins; c'est encore un livre de vulgarisation, destiné à répandre les connaissances relatives à la liquéfaction des gaz en général et de l'air en particulier, mais c'est aussi un livre destiné à intéresser les physiciens et les ingénieurs, en leur donnant, dans la mesure du possible, la discussion serrée des méthodes employées, soit par le Professeur von Linde, soit par l'auteur, pour liquéfier l'air et le séparer intégralement en oxygène et azote par des moyens purement physiques.

Le livre est partagé en quatre parties d'importance inégale. La première et la plus courte est consacrée à la liquéfaction du gaz. C'est la partie élémentaire elle est agrémentée de détails historiques assez nombreux, qui augmentent très sensiblement le charme et l'intérêt de la lecture.

La liquéfaction industrielle de l'air constitue la deuxième partie et la plus longue de l'ouvrage. La partie historique traite de la détente et de l'échangeur de températures de Siemens et relate les efforts des théoriciens et des expérimentateurs qui se sont succédé de Siemens à von Linde. L'auteur décrit ensuite le procédé et l'appareil du professeur de Munich Ici apparaît, pour la première fois, la comparaison entre la détente par simple écoulement et la détente avec travail extérieur. Avant d'étudier en détail ces deux modes si différents et de montrer la supériorité de la méthode à laquelle il a attaché son nom, M. Georges Claude fait une petite diversion dans les domaines des états correspondants et de la compressibilité de l'air aux basses températures; puis il revient à son sujet de prédilection, en discutant pendant 63 pages les avantages respectifs de la méthode de son concurrent et de la sienne propre. L'histoire des premiers succès et aussi des déboires inévitables de l'inventeur est écrite avec la verve et l'entrain propres à l'auteur.

La conservation et les propriétés de l'air liquide sont un prétexte à la description de nombreuses expériences; c'est, à proprement parler, la rédaction détaillée d'une conférence sur l'air liquide, avec accompagnement des expériences instituées spécialement dans ce but par M. G. Claude. Ce sont 80 pages très intéressantes à lire.

La séparation de l'air en ses éléments par voie purement physique est la dernière partie du livre, plus du quart de celui ci. Les lecteurs de la *Revue générale des Sciences* trouveront naturelle la très grande analogie de ces derniers chapitres et de l'étude que nous avons fait paraître sur le même sujet. Chemin faisant, M. Georges Claude a fait une incursion dans le domaine de la liquéfaction des mélanges de gaz. Enfin, de nombreux détails sur les appareils et les installations de la Société *l'Air liquide* donnent satisfaction au desideratum que nous avons formulé dans le compte rendu du précédent livre de M. G. Claude. Le volume se termine par l'annonce d'un volume d'égale importance sur les applications de l'oxygène et de l'azote, qui doit paraître l'année prochaine.

Le chemin énorme parcouru depuis la première plaquette sur *l'Air liquide* est fort bien mis en lumière par M. d'Arsonval dans une spirituelle et très substantielle *Préface*, dans laquelle il juge, à la fois, le livre, l'œuvre et l'homme; nous souscrivons très volontiers à son jugement, que nous pouvons résumer en disant que le livre est original et intéressant, l'œuvre féconde et l'auteur profondément sympathique.

E. Mathias,
Professeur de Physique
à la Faculté des Sciences de Toulouse.

Campbell (Norman Robert), *Fellow of Trinity College, Cambridge.* — **Modern Electrical Theory.** — 1 *vol. in-8°, de* 332 *pages. University Press. Cambridge*, 1908.

Depuis que les théories modernes de l'Electricité ont pris l'extension que chacun connaît, bien des physiciens français ont exprimé le regret de ne pas avoir à leur disposition un exposé d'ensemble, à la fois simple et précis, qui leur permît de se renseigner dans leur propre langue sur les conceptions électroniques de la matière, la théorie des ions dans les gaz, etc. Ce regret s'accroît quand nous voyons paraître à l'étranger des livres comme celui-ci, qui, sans avoir de prétention à l'originalité, réalise pour nos voisins ce que nous voudrions pour nous-mêmes.

A ceux qui connaissent les admirables Traités de J. J. Thomson, de Drude, de Rutherford, ou les Mémoires de H.-A. Lorentz, ce livre ne fournira, sans doute, que peu d'indications nouvelles; il leur permettra cependant de systématiser un peu plus des idées encore éparses. Mais il rendra surtout des services à ceux qui, redoutant un appareil mathématique trop compliqué, désirent acquérir une vue d'ensemble des questions théoriques et expérimentales à l'ordre du jour. L'ouvrage se signale, en effet, par sa clarté, la simplicité des moyens mathématiques qu'il utilise, aussi bien que par la richesse des idées. Aucune des notions les plus modernes sur l'éther, l'électron, l'atome, la théorie électromagnétique, n'est passée sous silence, et pourtant l'ouvrage reste abordable pour un bon étudiant.

Il est divisé en quatre parties :

Dans la première, intitulée : « Le champ électromagnétique », sont exposés sommairement les résultats les plus fondamentaux des travaux de Faraday et de Maxwell.

Dans la seconde : « La théorie des électrons. Méthodes déductives », se trouvent exposées les idées dont l'introduction dans la science est due surtout à H.-A. Lorentz. La théorie électronique y est appliquée à l'explication du pouvoir inducteur spécifique et de la dispersion, à la théorie du magnétisme et du diamagnétisme, à l'effet Zeeman, aux conductibilités électrique et thermique des métaux.

La troisième partie, intitulée : « La théorie des électrons. Méthodes inductives », est un exposé de la question de l'ionisation des gaz, assurément sommaire, mais où presque aucun point essentiel n'est laissé de côté. La radio-activité y trouve en particulier sa place.

Enfin, la quatrième partie : « Electricité et Matière »,

est, en quelque sorte, un essai de synthèse des propriétés de la matière, fondé sur les considérations précédentes. L'auteur y étudie la constitution de l'atome, en s'appuyant en particulier sur les données chimiques et spectroscopiques, et termine par une critique des théories modernes de l'éther.

Les lecteurs français seront un peu surpris, en lisant la première partie, du mode d'exposition adopté, qui est tout anglais, et où les tubes de Faraday jouent le plus grand rôle. Ils pourront regretter aussi que le volume restreint de l'ouvrage ne permette pas de bien mettre en lumière certaines difficultés, par exemple celles que soulève la théorie du phénomène de Zeeman. Mais ils seront enchantés de trouver, sous une forme simple et attrayante, un exposé suffisamment précis de toute la théorie électrique actuelle.

EUGÈNE BLOCH,
Docteur ès sciences,
Professeur au Lycée Saint-Louis.

Vieweger (H.), *Professeur à l'Institut Electrotechnique de Mitweida (Saxe).* — **Recueil de Problèmes avec solutions sur l'Electricité et ses applications pratiques.** *Traduction française par* M. G. CAPART, *Ingénieur civil des Mines.* — 1 *vol. in-8° de* XVI-312 *pages avec* 174 *fig. et* 2 *pl.* (*Prix* : 9 *fr.*) *H. Dunod et E. Pinat, éditeurs. Paris*, 1909.

Le meilleur moyen de reconnaître si l'on a saisi le sens vrai des lois et des formules dans les sciences exactes, c'est d'en faire aussitôt l'application numérique à des cas pratiques. Nombreux sont les recueils de problèmes pour les différentes branches des Mathématiques; pour l'Electricité, ce genre d'ouvrages faisait défaut. M. Vieweger a donc été bien inspiré en publiant un recueil de 336 problèmes se rapportant aux lois fondamentales de l'Electricité, à la dynamo à courant continu et aux courants alternatifs; ce livre sera un complément utile aux nombreux ouvrages d'Electrotechnique dont la plupart avaient laissé ce point dans l'ombre.

Charabot (E.), *Docteur ès Sciences, Membre du Conseil supérieur de l'Enseignement technique*, et **Gatin** (C.-L.), *Docteur ès Sciences, Préparateur à la Faculté des Sciences de Paris.* — **Le Parfum chez la Plante.** — 1 *vol. de* 404 *pages de l'Encyclopédie scientifique, publiée sous la direction du Dr Toulouse, avec* 21 *figures dans le texte* (*Prix* : 5 *fr.*) *O. Doin, éditeur. Paris*, 1909.

Les auteurs ont étudié, dans cet ouvrage, l'un des problèmes les plus importants et les plus ardus de la Biologie végétale : l'un des plus ardus, étant donnée la difficulté de doser et de suivre dans les plantes une substance aussi complexe que le parfum; l'un des plus importants, par suite du développement croissant du commerce des parfums naturels, puisque, jusqu'à présent, l'industrie des matières odorantes synthétiques et artificielles n'a pu rivaliser, pour la finesse du parfum, avec les produits naturels.

MM. Charabot et Gatin étaient, d'ailleurs, parfaitement désignés pour mettre cette question au point : le premier, par les recherches d'ordre chimique ou industriel qu'il avait effectuées, seul ou en collaboration; le second, par ses études plus spécialement biologiques ou agronomiques. Aussi n'avons-nous nulle réserve à faire sur le fond, ni sur la forme de leur ouvrage, qui nous paraît conçu et rédigé dans un esprit excellent.

Après avoir rappelé les notions générales indispensables sur les produits odorants des végétaux : caractères, extraction, composition, influence du milieu sur la composition des huiles essentielles, les auteurs étudient la distribution de ces dernières substances dans le règne végétal. Ils envisagent, au point de vue des productions odorantes, l'ensemble des représentants du monde des plantes. Ce chapitre comprend un tableau, par familles, des plantes ayant fourni des essences, et un tableau dans lequel sont indiqués, pour chacun des principes odorants et par famille, les végétaux qui élaborent ces principes. Ces données conduisent à examiner, dans ses rapports avec l'anatomie et la classification, la nature des corps énumérés.

Serrant de plus près la question, les auteurs examinent ensuite la distribution des composés odorants dans la plante, étudiant successivement les méthodes de recherche microchimique et les appareils secréteurs, pour arriver à la question de la distribution de l'appareil secréteur dans les divers groupes de végétaux.

La matière odorante, sa distribution dans la nature d'abord, chez l'individu végétal ensuite, étant connues, le lecteur rencontrera logiquement l'exposé de nos connaissances actuelles sur la formation et la circulation des produits odorants. Ces produits sont suivis dans les diverses phases de leur évolution.

Enfin, vient le rôle physiologique des matières odorantes. Loin d'indiquer, comme la plupart des Traités de Physiologie végétale, que ces matières sont des déchets dont la plante ne saurait faire aucun emploi, les auteurs rappellent les diverses recherches qui montrent que ces substances sont susceptibles d'être utilisées par la plante, en particulier lorsque celle-ci, placée à l'abri de la lumière, n'assimile plus avec la même puissance l'acide carbonique de l'air. Elles participent normalement au travail de la fécondation et de la formation des graines, au cours duquel elles sont partiellement consommées.

Tous les chapitres sont suivis de résumés ou de conclusions qui concrètent d'une façon plus tangible les principaux points acquis et permettent au lecteur de les retenir plus facilement. Des index bibliographique, botanique et chimique facilitent les recherches. Le volume de MM. Charabot et Gatin constitue, en grande partie, un travail original; c'est là une observation suffisante pour montrer tout l'intérêt de cet ouvrage, dont on ne trouve nulle part l'équivalent et qui intéresse, d'une façon générale, les chimistes et les botanistes, et, d'une façon particulière, les techniciens s'occupant de parfums. Ce nouveau livre indique en outre la voie féconde dans laquelle doivent s'engager les chercheurs aspirant à faire profiter l'industrie des progrès incessants de la Science, car il conduit à un certain nombre de conclusions d'ordre pratique dont pourront faire leur profit les producteurs de parfums naturels.

A. HÉBERT.

3° Sciences naturelles

Delgado (J.-F. Nery), *Membre de l'Académie royale des Sciences de Lisbonne, Président de la Commission du Service géologique.* — **Système silurique du Portugal. Etude de Stratigraphie paléontologique.** — 1 *vol. in-4°, de* 247 *pages avec* 8 *planches* (*cartes et coupes géologiques*). *Commission du Service géologique du Portugal. Lisbonne*, 1908.

On sait que M. Delgado, enlevé récemment à la science, s'était voué depuis longtemps à l'étude des terrains paléozoïques du Portugal, au sujet desquels il a publié plusieurs Mémoires; celui que nous analysons aujourd'hui résume toutes ses observations sur le système silurique. C'est essentiellement un ouvrage descriptif, dans lequel l'auteur envisage successivement les divers affleurements contenus dans les bassins du Douro, du Mondego, du Tage et du Guadiana. D'ailleurs, cette division géographique du sujet n'est pas arbitraire, car les dépôts de ces bassins possèdent des caractères pétrographiques et paléontologiques assez différents. Il n'en saurait être autrement, puisque ces caractères sont liés aux mouvements orogéniques survenus pendant la formation de ces dépôts. Ainsi, nous voyons que, dans le bassin du Mondégo, où la partie inférieure (ordovicienne) du système est particulièrement bien représentée, il y eut ensuite une interruption dans la sédimentation, tandis que, dans une partie des bassins du Douro et du Guadiana, se déposaient

alors des couches qui n'ont pas leur équivalent stratigraphique dans les deux autres bassins.

Le Silurien se présente actuellement à l'état d'îlots reposant presque toujours en discordance sur des couches plus anciennes; il est évident que ces îlots sont les restes d'une formation très étendue qui a dû couvrir une grande partie du Portugal. L'érosion n'a bien souvent respecté que les quartzites, qui ont un rôle orographique important, car ils forment généralement des crêtes élevées et peuvent revendiquer les plus hauts sommets.

Dans la Serra de Bussaco, ces quartzites ordoviciens reposent en concordance sur des schistes dont la base est précambrienne; le Cambrien peut donc être représenté ici. Il fait défaut dans tout le reste du Portugal; le Cambrien a été, en effet, une période d'émersion. Pendant le Silurien, la mer a eu des oscillations continuelles qui faisaient varier à tout moment la nature et l'extension des dépôts. Dans l'ensemble, les mouvements d'affaissement l'emportent pendant la formation des quartzites à bilobites et des schistes qui leur font suite et qui renferment la faune seconde; toutefois, ce mouvement se ralentit vers la fin de cette époque. Localement, au Bussaco, il put même être alors remplacé par un exhaussement dû à des phénomènes volcaniques; mais au Gothlandien l'affaissement recommença partout. Un autre mouvement d'exhaussement se produisit plus tard sur toute l'aire occupée par les dépôts gothlandiens et empêcha définitivement l'accumulation des sédiments siluriens.

Telles sont quelques conclusions qui se dégagent des observations de M. Delgado. Le détail de ces observations occupe la plus grande partie de l'ouvrage, mais nous ne pouvons évidemment que renvoyer aux descriptions et aux coupes locales le lecteur désireux d'avoir des renseignements précis sur ce sujet. Chaque chapitre comprend un tableau indiquant la répartition des fossiles signalés. Un autre tableau nous fait connaître le synchronisme de tous les dépôts siluriens du Portugal. Ajoutons enfin que ces descriptions sont basées sur de nombreuses coupes, occupant quatre planches, et sur quatre cartes géologiques au 1/50.000, consacrées aux quatre bassins principaux. Pour une vue d'ensemble, on pourra se reporter à la carte géologique au 1/500.000 publiée en 1899 par MM. Delgado et Choffat.

Au total, cet ouvrage est le plus complet qui ait encore été consacré au Silurien du Portugal; aussi rendra-t-il service à tous les géologues qui s'occupent soit de Paléozoïque, soit de géologie régionale.

L. Pervinquière,
Chef des Travaux du Laboratoire de Géologie à la Sorbonne.

Wildeman (E. de), *Conservateur au Jardin botanique de l'État, à Bruxelles.* — **Notices sur des plantes utiles ou intéressantes de la Flore du Congo.** — *Publication de l'État Indépendant du Congo; vol. II, fasc. II. Bruxelles*, 1909.

Nous avons déjà rendu compte de quelques fascicules précédents de la même publication, dont l'auteur est également l'infatigable travailleur qu'est M. de Wildeman.

Le présent volume est entièrement consacré aux Apocynées, qui, par leurs nombreux représentants caoutchoutifères, sont, en effet, pratiquement, l'une des familles végétales les plus intéressantes du Congo. La première condition d'une étude sérieuse des plantes à produits utiles d'une contrée est la détermination botanique de ces plantes, sans laquelle aucune classification méthodique des produits n'est possible. M. de Wildeman a naturellement insisté tout particulièrement sur le genre *Landolphia*, dont il cite toutes les espèces actuellement connues, même celles qui ne sont pas représentées au Congo; c'est, en somme, une revision rapide du genre, qui rendra les plus grands services à tous ceux qui s'occupent des caoutchoucs d'Afrique et de Madagascar. M. de Wildeman fait ensuite une étude analogue pour les *Carpodinus* et les *Clitandra*, autres producteurs accessoires de la même substance. Plus rapidement examinées, parce que les espèces en sont moins nombreuses et rarement utiles, sont les *Picralima*, *Pleiocarpa*, *Rauwolfia*, *Alstonia*, *Tabernanthe*, *Gabonia*, *Strophanthus*, *Alafia*, *Baissea*, *Oncinotis*.

Nous disons que ce Mémoire sera utilement consulté par toutes les personnes qui s'intéressent à la si importante question des caoutchoucs; nous comprenons dans le nombre les auteurs des résumés didactiques sur les produits de nos colonies. Ces résumés sont aujourd'hui de plus en plus nombreux; tous ne sont pas documentés autant qu'il serait désirable, et l'on pourrait même reprocher à quelques-uns de faire reculer la science qu'ils prétendent vulgariser, en citant comme utiles des plantes qu'on sait aujourd'hui sans valeur, ou, par contre, en oubliant des espèces plus ou moins récemment décrites, mais dont l'importance réelle est bien établie. Nos connaissances en Botanique coloniale progressent rapidement; on ne peut aujourd'hui, sans commettre de nombreuses erreurs, exposer l'état de ces questions en se contentant de documents qui ne dateraient même que de huit ou dix ans. Les ouvrages de M. de Wildeman, toujours tenus au courant des recherches les plus récentes, rédigés avec une si parfaite érudition, sont de ceux qui doivent être nécessairement consultés.

H. Jumelle,
Professeur à la Faculté des Sciences de Marseille.

4° Sciences médicales

Chantemesse et **Mosny**. — **Traité d'Hygiène.** Tome VII : **Hygiène industrielle**, *par* MM. Leclerc de Pulligny, Boulin, Courtois-Suffit, Lévy-Sirugue, J. Courmont. — 1 *vol. gr. in*-8° *de* 610 *pages avec* 87 *figures.* (*Prix* : 12 *fr.*) *Baillière et fils, éditeurs. Paris*, 1909.

La publication du nouveau Traité d'Hygiène, sous la direction de MM. Chantemesse et Mosny, se poursuit régulièrement, par fascicules. Celui que nous avons reçu, le septième, est consacré à l'Hygiène industrielle.

L'Hygiène industrielle est un domaine très vaste. Au point de vue strictement médical, elle comprend l'étude des maladies professionnelles, plus particulièrement de celles qui atteignent les ouvriers occupés dans les industries dites insalubres. Mais, que l'industrie soit insalubre ou non, l'hygiène de l'atelier et celle de l'ouvrier font partie intégrante, ne fût-ce qu'à titre prophylactique, de l'hygiène industrielle. C'est précisément à ce point de vue que se sont placés MM. Leclerc de Pulligny et Boulin, en étudiant, dans une série de chapitres, ce qu'ils appellent « l'assainissement du travail », à savoir la propreté et la désinfection des ateliers, leur chauffage et leur ventilation, leur éclairage, la lutte contre les poussières, les gaz et les fumées qu'on y trouve, puis l'hygiène corporelle de l'ouvrier, la question de la fatigue et du surmenage, enfin la législation de l'hygiène du travail dans les divers pays. Cette étude, qui se poursuit sur près de 400 pages, occupe la première partie du fascicule.

La seconde partie est consacrée à l'Hygiène industrielle spéciale. Elle contient une série de chapitres, par MM. Courtois-Suffit et Lévy-Sirugue, sur les maladies professionnelles causées par les poussières, sur les maladies professionnelles dans les industries toxiques (plomb, mercure, arsenic, cuivre, zinc, phosphore, tabac, hydrocarbures, etc.), dans les industries à haute température (verreries, fonderies), ou à haute pression (tubistes, scaphandriers). Le volume se termine par un chapitre que M. Courmont consacre aux maladies professionnelles infectantes (ankylostomiase, charbon, tuberculose, morve, syphilis).

Dr R. Romme.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 13 Avril 1909.

1° Sciences mathématiques. — M. **C. Guichard** signale trois transformations des réseaux O associés, c'est-à-dire dont les coordonnées satisfont à la même équation de Laplace. — M. **A. Denjoy** présente ses recherches sur l'intégration de certaines inéquations fonctionnelles. — M. **H. Larose** donne une solution du problème de l'armille de Fourier. — M. **H. Poincaré** étudie au point de vue mathématique la diffraction des ondes hertziennes. — M. **H. Deslandres** décrit une solution générale du spectrohéliographe, qu'il a réalisée. Son appareil comprend en réalité quatre spectrohéliographes différents, groupés autour d'un même collimateur, d'un même objectif astronomique et d'un même cœlostat. On fait mouvoir simultanément la plaque devant la seconde fente et l'image solaire devant la première fente, les deux mouvements étant obtenus par deux bonnes vis et deux moteurs électriques synchrones, analogues à ceux de la télégraphie.

2° Sciences physiques. — M. **Birkeland** a vérifié, par les observations magnétiques provenant des stations polaires internationales en 1882-1883, sa théorie sur l'apparition et le développement des perturbations magnétiques. — M. **M. Chanoz** a étudié l'action du courant continu sur les chaînes symétriques de dissolutions aqueuses d'électrolytes n'ayant pas d'ions communs; la dissymétrie créée dans la chaîne est complexe et donne lieu à la fois à une modification de la concentration globale des ions aux contacts et à des réactions chimiques. — M. **E. Goutal** a constaté que, lorsqu'on attaque des aciers par du chlorure de cuivre et de potassium très peu acide, à température modérée et dans un courant d'azote, il se produit une perte de carbone sous forme de composés gazeux, comprise entre 0,01 et 0,05 °/₀. — M. **Grossmann** a fait l'analyse des gaz occlus dans les laves des dernières éruptions de la Montagne-Pelée et du Vésuve. Les premiers contiennent CO^2 (en moyenne 80 °/₀), Az, H et CO; les seconds renferment CO^2, O, Az, H (50 °/₀), CO et CH^4. — M. **C. Gerber** a reconnu que le bois et la moelle des végétaux sont complètement dépourvus de présure; ce ferment est surtout localisé dans le liber de la tige et de la racine.

3° Sciences naturelles. — M. **J. Gautrelet** considère que la choline joue un rôle capital dans l'organisme; comme hypotenseur, elle est l'antagoniste de l'adrénaline, et ces deux substances règlent la tension sanguine. — M. **M. Arthus** présente deux notes sur la séro-anaphylaxie du chien et du lapin; la *Revue* consacrera prochainement un article détaillé à cette question. — M. **Ch. Mantoux** montre qu'on peut, dans le traitement de la tuberculose par la tuberculine, administrer celle-ci par voie intra-dermique. On provoque ainsi des réactions locales, qui servent de guide pour la conduite du traitement et permettent d'éviter les réactions générales, toujours nuisibles. — M. **P. Bonnier** montre que les centres qui règlent les fonctions urinaires et génitales sont situés à la partie inférieure du bulbe et qu'on peut les libérer de certains déréglements par de légères cautérisations des régions antérieures de la muqueuse nasale. — M. **J. Roussel** estime que les montagnes de l'Algérie et de la Tunisie ne sont pas dues, dans leur généralité, à des phénomènes de charriage. L'origine des filons-couches de calamine, blende, galène, oxyde de fer, doit être recherchée dans des phénomènes de glissement.

Séance du 19 Avril 1909.

1° Sciences mathématiques. — M. **J. Haag** donne une solution simple du problème de la déformation infiniment petite des surfaces réglées. — M. **E. Vessiot** présente ses recherches sur les systèmes différentiels isomorphes. — M. **A. Denjoy** indique quelques propriétés essentielles de la fonction analytique égale au module maximum d'une fonction entière. — M. **H.H. Turner** a reconnu que la distribution dans l'espace des étoiles à mouvements propres considérables est aussi fréquente par degré carré dans les régions éloignées de la Voie lactée que dans cette région même. — M. **A. R. Hinks** a déterminé la parallaxe solaire d'après les observations de la planète Eros faites dans plusieurs observatoires en 1900-1901; la moyenne des résultats est de 8″,806, à 2 ou 3 millièmes de seconde près. — MM. **H. Deslandres** et **L. d'Azambuja** montrent que les images de l'hydrogène du Soleil obtenues jusqu'ici étaient le mélange d'images différentes et représentaient, comme l'image K_{2s} du calcium, le mélange de couches différentes. Si l'on veut avoir la couche supérieure seule, il faut isoler seulement le centre même de la raie noire; alors apparaissent les filaments noirs de la couche K_2, qui sont les mêmes pour H et Ca. — M. **G. E. Hale** a étudié les flocculi de l'hydrogène et y a trouvé d'assez grandes différences, qui ne s'expliquent pas par la théorie de la réfraction anomale de Julius. — M. **E. Colin** présente une carte au 1/100.000ᵉ de l'Imerina Sud, avec courbes de niveau équidistantes de 50 mètres, et décrit les méthodes qu'il a employées pour l'exécuter.

2° Sciences physiques. — M. **Halluitte** décrit un orage remarquable qu'il a observé dans les mers du Sud; les éclairs, qui durèrent sans interruption pendant cinq heures, avaient la forme de bombes qui éclataient en éclairant le ciel. — M. **D. Gernez** communique des expériences montrant la lenteur extrême de la transformation spontanée de l'iodure jaune de mercure et de l'iodure thalleux rouge dans leur variété dimorphe, aux basses températures où ils sont très instables. — M. **H. Pécheux** a constaté que les cupro-aluminiums les plus riches en Al sont les plus éloignés, en général, de l'Al dans la série thermo-électrique, exception faite pour l'alliage à 94 °/₀ d'Al. La résistivité des cupro-aluminiums croît avec la teneur en Al jusqu'à 7,5 °/₀ et décroît ensuite. — M. **Ch. Féry** montre que l'emploi d'un récepteur sélectif, dans la mesure de l'énergie rayonnante, déforme les courbes représentatives de l'énergie spectrale et peut déplacer la longueur d'onde du maximum. — M. **G. Malfitano** examine les résultats trouvés par Duclaux dans l'étude des micelles et montre qu'ils ne sont pas contradictoires avec les siens, mais en constituent des cas particuliers. — M. **P. Girard** a reconnu que la polarisation de la paroi joue un grand rôle dans la perméabilité des membranes aux électrolytes. — MM. **A. Kling** et **P. Roy** ont constaté que l'Az total correspondant à la matière albuminoïde du lait est un élément invariable, quelque profondément altéré que soit le lait. La détermination de cet élément constitue une bonne méthode de recherche du mouillage. — MM. **F. Bordas** et **F. Touplain** ont reconnu que c'est la caséine ou plutôt le caséinate de chaux du lait qui décompose H^2O^2; si cette action ne se produit pas dans le lait bouilli, c'est que la caséine soluble de Duclaux se précipite sur la caséine en suspension, en formant un enduit qui empêche la décomposition de H^2O^2.

3° Sciences naturelles. — MM. **J. Audrain** et **R. De-**

merliac ont observé que deux points symétriques du corps humain ne sont pas forcément au même potentiel dans un organisme sain; ainsi, la main droite est généralement à un potentiel plus élevé que la gauche. — M. **A. Thooris** a constaté que l'abaissement énergique du diaphragme, chez des soldats malingres, a produit une ampliation du haut du thorax et une augmentation d'hématose. — MM. **E. Doumer** et **G. Lemoine** ont soumis à la d'arsonvalisation certains hypertendus dont le foie était hypertrophié et ont vu le retour de la tension artérielle à la normale s'accompagner d'une disparition complète de l'hypertrophie hépatique. — M. **Lourdel** a reconnu que CO^2 n'a qu'une faible novicité dans les couveuses artificielles; ce sont les poisons volatils exhalés par les embryons de poulets qui sont surtout toxiques et doivent être éloignés. — M. **G. Bonnier** a constaté que les abeilles possèdent un sens particulier, un sens de la direction, plus ou moins comparable à celui des pigeons voyageurs, et dont le siège ne paraît pas résider dans les antennes, mais probablement dans les ganglions cérébroïdes. — M. **A. Billard** a étudié les Hydroïdes de la collection Lamouroux et indique la synonymie des espèces de cet auteur. — M. **P. Becquerel** a soumis des graines à l'action combinée de la dessiccation, du vide et du refroidissement dans l'air, puis l'hydrogène liquides; il estime qu'il y a eu une suspension totale de la vie pendant ce temps. Ces graines ont ensuite germé comme des graines ordinaires. — M. **J. Charcot** adresse, de l'île Déception, des nouvelles de l'Expédition au pôle Sud. De nombreuses observations scientifiques ont été faites pendant le séjour à l'île Déception.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 13 Avril 1909.

M. **Ch. Périer** présente un Rapport sur un travail du Dr **Sieur** relatif à deux cas de sténose du larynx, traités par la laryngostomie et la dilatation caoutchoutée. La laryngostomie ne doit intervenir qu'après la cessation complète des accidents inflammatoires qui ont été la cause de la sténose du larynx; il faut ensuite aller lentement dans la dilatation. — M. **Ch. Périer** présente un second Rapport sur un travail de MM. **Guisez** et **Delherm** relatif au traitement curatif des spasmes à forme grave de l'œsophage. Les auteurs recommandent l'œsophagoscopie pour préciser la nature, le siège et le degré de l'affection. Le premier soin est de pourvoir à l'alimentation en passant une sonde, puis de ramener ensuite l'œsophage à son calibre normal par dilatation de la partie rétrécie et retrait de la partie dilatée.

Séance du 20 Avril 1909.

MM. **Kelsch, Camus** et **Tanon** font ressortir que les réactions revaccinales sont aussi constantes que celles des primo-vaccinations, qu'elles sont spécifiques et préservatrices comme ces dernières, et que, précoces, écourtées, fugitives, frustes enfin, dans leur expression clinique, elles sont exposées à échapper à une observation qui ne demeure pas en éveil pendant les deux ou trois jours qui suivent l'inoculation. — M. **E. Boinet** a observé 11 cas d'abcès du cerveau sur 900 autopsies. L'étude et l'examen comparatif de ces cas montre que cette affection est rare ; elle est souvent un épiphénomène d'un état infectieux ou la conséquence du transport dans le cerveau des germes infectieux puisés dans les foyers pulmonaires ou pleuraux. Dans d'autres cas, la méningite suppurée a eu une action directe locale sur l'abcès du cerveau. Le diagnostic est difficile ; trop souvent cette affection reste latente ou n'est diagnostiquée que trop tardivement. Le succès opératoire dépend surtout de la précocité du diagnostic; quand l'intervention est hâtive, l'abcès est bien enkysté par sa membrane limitante; il n'occupe que les régions tolérantes de la substance grise et les centres psychomoteurs; à ce moment, le malade est dans les meilleures conditions opératoires. — M. le Dr **Brissaud** lit un travail sur le régime déchloruré et l'alitement dans le traitement de l'ascite cirrhotique. — M. le Dr **Babinski** présente une étude sur l'anesthésie organique et ses modalités suivant la hauteur que la lésion occupe dans la voie sensitive.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 24 Avril 1909.

MM. **de Beurmann, Gougerot** et **Vaucher** décrivent deux formes chroniques de sporotrichose, la sporotrichose gommeuse sous-cutanée et la sporotrichose pulmonaire et ganglionnaire, qui ressemblent aux tuberculoses torpides à évolution lente. — M. **A. Lécaillon** a constaté que les cellules interstitielles sont encore extrêmement nombreuses dans le testicule de la Taupe au repos; elles n'ont pas toutes la même structure; certaines dégénèrent et disparaissent. — MM. **Aug. Lelièvre** et **Ed. Retterer** ont observé dans la fibre musculaire du squelette des Vertébrés : 1° une enveloppe élastique ou sarcolemme; 2° des noyaux entourés d'une mince zone de protoplasma clair; 3° une masse différenciée en un réseau figuré et en hyaloplasma amorphe. — MM. **P. Ancel** et **P. Bouin** ont reconnu un parallélisme étroit entre l'évolution du corps jaune et celle de la glande mammaire, la seconde étant conditionnée par la première. — M. **C. Fleig** critique le procédé de M. Gautrelet pour la recherche des chromogènes du bleu de méthylène dans l'urine. — M. **G. Bouet** décrit plusieurs trypanosomes nouveaux qu'il a rencontrés dans le sang d'Amphibiens, Reptiles et Poissons de l'Afrique occidentale française. — MM. **Ch. Achard, L. Ramond** et **Ch. Foix** montrent que l'activité des cellules éosinophiles, très faible dans le sang normal, subit des variations de sens divers à l'état morbide. — M. **F. Battelli** et Mlle **L. Stern** ont dosé l'uricase (ferment oxydant qui détruit l'acide urique) dans divers tissus animaux. Sa teneur va en décroissant du foie de cheval à celui de mouton, en passant par le rein de bœuf, le foie de chien, le foie de lapin, le rein de cheval et le foie de bœuf. Les tissus humains en sont dépourvus. — MM. **Poujol** et **Delanoë** montrent que les sérums des chevaux hyperimmunisés contre la toxine diphtérique, et qui n'ont pas présenté d'accidents au cours du traitement, ne possèdent pas de pouvoir fixateur. — MM. **M. Doyon** et **Cl. Gautier** ont reconnu que l'éther, à l'inverse du chloroforme, n'augmente pas l'urobiline urinaire. — M. **Cl. Regaud** a constaté que des spirilles parasites habitent normalement les canalicules glandulaires de la région peptique, avec prédilection pour les canalicules spéciaux des cellules bordantes, chez le chien et le chat. — MM. **L. Bérard** et **H. Alamartine** montrent que les parathyroïdes externes sont, chez l'homme, des organes absolument constants; il y en a deux principales, constantes, et d'autres accessoires, soit rétro, soit sous-thyroïdiennes. — M. **E. Hédon** décrit la technique qu'il emploie pour l'extirpation du pancréas chez le chien, en vue de réaliser le diabète sucré. — MM. **Ch. Porcher** et **L. Panisset** décrivent la technique, basée sur la réaction d'Ehrlich, qu'ils emploient pour la recherche de l'indol dans les bouillons microbiens; ils ont, par ce moyen, reconnu la présence de l'indol dans les cultures du choléra des poules. — M. **H. Piéron** confirme que les réactions de l'*Actinia equina* sont en rapport avec la désoxygénation progressive du milieu où elle vit. — MM. **J. Jarkowski** et **L. Rajchman** ont constaté que la réaction positive du liquide céphalo-rachidien semble prédominer dans le tabes; les rémissions dans la paralysie générale semblent correspondre à une disparition de la réaction. — M. **G. Repaci** a extrait de la flore microbienne de la bouche de l'homme trois vibrions anaérobies, dont deux mobiles et un immobile. — M. **L. Blaringhem** a étudié la disjonction des caractères d'hybrides entre espèces affines d'orges, dans les générations successives; elle met en évidence les

affinités plus ou moins étroites des espèces ou formes croisées. — MM. **M. Loeper** et **M. E. Binet** ont reconnu que la quantité d'amylase contenue dans le foie est assez invariable à l'état normal; les purgatifs l'augmentent, ainsi que la pilocarpine et l'adrénaline; l'antipyrine la diminue. — MM. **W. Mestrezat** et **E. Gaujoux** ont constaté que la perméabilité méningée aux nitrates est pratiquement nulle dans les affections chroniques du système nerveux, moyenne dans les méningites cérébrospinales, exagérée dans la méningite tuberculeuse. — MM. **W. Mestrezat** et **J. Anglada** ont observé une polynucléose abondante du liquide céphalo rachidien dans un cas d'urémie convulsive terminée par la mort.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

Séance du 21 *Janvier* 1909.

M. N. Bohr a déterminé la *tension superficielle de l'eau par la méthode de vibration des jets*, proposée par Lord Rayleigh. Il montre d'abord comment la théorie de Lord Rayleigh pour les vibrations infiniment petites du jet d'un liquide non visqueux peut être complétée par des corrections pour l'influence des amplitudes finies comme pour celle de la viscosité. Dans la partie expérimentale, il montre comment on peut assurer simplement que la pièce de jet employée pour les mesures satisfait aux hypothèses sur lesquelles reposent les développements théoriques. Le résultat final des expériences donne, pour la tension superficielle de l'eau à 12°, la valeur de 73,23 dynes par cm. — **M. H. S. Allen** : *La fatigue photo-électrique du zinc.* II. L'auteur conclut de ses recherches que l'activité photo-électrique d'une plaque de zinc diminue de telle façon qu'elle peut être représentée par la somme de deux termes exponentiels. Les constantes de variation sont peu altérées par des changements considérables dans le caractère et l'intensité de l'éclairage employé, quoique la valeur du courant photo-électrique varie considérablement. Le degré auquel la surface est altérée n'est pas beaucoup affecté en employant une lampe à vapeur de mercure au lieu d'une lampe Nernst. — **M. R. J. Strutt** a étudié *la perte d'hélium par les minéraux radio-actifs.* 337 gr. de monazite du Transvaal ont été pulvérisés, puis placés dans un flacon où l'on fait le vide. De l'hélium se dégage à une vitesse qui décroît de 261 mm. cubes par jour et par kilog de minéral, au commencement, jusqu'à 1,14 mm. cube au bout de 33 jours. La quantité totale dégagée est insignifiante par rapport à la quantité contenue, mais elle est bien supérieure à la quantité qui peut être produite par des changements radio-actifs.

Séance du 28 *Janvier* 1909.

M. H. E. Armstrong : *L'origine des effets osmotiques. II : Septa différentiels.* Il est prouvé que les effets décrits par le Professeur Brown peuvent être expliqués dans les termes de la théorie des conditions des substances en solution, récemment communiquée à la Société par l'auteur. Des substances telles que l'ammoniac, l'acide acétique, etc., qui existent en solution dans un état faiblement hydrolaté, traverseraient les surfaces hydrolatées des passages intramoléculaires dans la membrane colloïdale, tandis que les substances dissoutes hydrolatées seraient maintenues. L'augmentation de la rapidité avec laquelle l'eau pénètre dans quelques cas est attribuable à l'effet que possède la substance diffusante d'élever la tension osmotique dans l'eau à l'intérieur du grain. — **M. L. Rogers** : *Les variations dans la pression et la composition du sang dans le choléra et leur rapport avec le succès de la transfusion saline hypertonique dans le traitement de cette maladie.* Le capitaine Mackay a trouvé que le sang des Bengalis contient une proportion plus élevée de sels et une proportion moindre de corpuscules rouges sanguins que le sang des Européens. L'auteur a découvert que la pression du sang chez les natifs est plus basse que chez les Européens d'environ 100 millimètres de mercure en moyenne. Les observations pathologiques sont que, dans le choléra, la sécrétion énorme de fluide dans l'intestin entraîne la partie liquide du sang. Il y a un rapport très défini entre la quantité de fluide sanguin ainsi perdue et la gravité et la mortalité de la maladie. Des injections d'une solution saline normale (0,63 °/o de NaCl) dans les veines ont un effet presque miraculeux, en atténuant les symptômes et en redonnant au malade une santé apparente. Cette amélioration est, cependant, seulement passagère, et, après quelques heures, les symptômes réapparaissent et les malades meurent. Il a semblé à l'auteur que si, au lieu d'employer une solution saline normale, il injectait dans les veines une solution hypertonique à 1,35 °/o NaCl, il y aurait moins de probabilité pour que la diarrhée reparaisse et que le sang soit encore débarrassé de ses parties fluides. Le résultat de ce traitement a été extraordinaire, et, tandis qu'auparavant la guérison d'un cas de collapsus était une surprise, maintenant sa non guérison est un désappointement. Dans des cas graves, la proportion de chlorure dans le sang tombe au-dessous de la normale, malgré la grande concentration du sang, par suite de la perte d'eau. Par conséquent, l'auteur emploie quelquefois une solution saline à 1,65 °/o, mais généralement celle à 1,35 °/o suffit. Dans de mauvais cas, la coagulabilité du sang est très grandement réduite, de sorte que maintenant l'auteur ajoute en général 3 grammes de chlorure de calcium à une pinte de solution saline. Le développement de l'urémie dans le stade de réaction du choléra est associé à une pression sanguine relativement basse; certaines mesures pour relever cette pression sont indiquées, telles que l'administration hypodermique de l'adrénaline et de la digitale, afin de prévenir et de traiter cette très sérieuse complication. — **Sir Th. Fraser** et **M. J. A. Gunn** présentent leurs recherches relatives à l'*action du venin du* Sepedon hæmachates *de l'Afrique du Sud.* Le venin employé est un extrait des glandes venimeuses séchées du reptile. La dose léthale minimum par injection sous-cutanée et par kilog d'animal est de : 1,2 milligrammes pour la grenouille, 1 milligramme pour le lapin, 1,6 milligrammes pour le rat, 15 milligrammes pour le chat et 3,3 milligrammes pour le pigeon. Ce venin agit d'abord et avec une grande intensité sur la respiration; chez les Mammifères et les Oiseaux, la paralysie respiratoire est la cause de la mort; chez la grenouille, c'est l'arrêt graduel de la circulation. Le venin a peu d'action sur le sang. Les doses non mortelles provoquent une élévation de température, les doses mortelles un abaissement. — **Mlle M. Wheldale** communique ses *recherches sur les couleurs et les pigments des fleurs, spécialement dans leurs rapports avec la génétique.* Les pigments des fleurs peuvent être divisés en deux séries : 1° les pigments des plastides, insolubles dans l'eau, dont les deux plus connus sont la carottine et la xanthine; quand le type d'une espèce contient plus d'un pigment de ce genre, le pouvoir de produire chaque pigment est assimilable à un facteur mendélien; 2° les pigments en solution dans le suc cellulaire et qui sont de deux sortes : les uns rouge pourpre à bleu (anthocyanine), les autres jaunes (xanthéine). La façon dont ces pigments se comportent dans la génétique est en relation avec leurs réactions chimiques. L'étude de l'*Antirrhinum majus* montre que, dans la production de l'anthocyanine de ce type, entrent une substance analogue à un glucoside et un facteur rougissant. La perte du glucoside donne lieu à une variété albino, toujours capable de porter le facteur rougissant; la perte du facteur rougissant donne une variété portant des fleurs blanc ivoire, qui se distingue de l'albino et contient le glucoside. Les expériences sur le même genre montrent que le pigment xanthéique d'une variété jaune est un dérivé du glucoside de la variété blanc ivoire, avec lequel il est hypostatique. — **M. Adrian J. Brown** : *La perméabilité sélective des enveloppes*

des graines de Hordeum vulgare. Il a déjà été mentionné que les enveloppes des graines d'orge agissent comme une membrane semi-perméable exceptionnellement parfaite, résistant au passage des acides, des alcalis, des sels, mais non de l'iode. Des expériences décrites, il apparaît que non seulement de forts électrolytes, mais aussi le dextrose, le sucre de canne et autres substances non électrolytes sont incapables de traverser la membrane. D'un autre côté, le chlorure et le cyanure de mercure, mais non le nitrate, ni le sulfate, l'iodure de cadmium, mais non le chlorure ni le sulfate, l'ammoniac, l'acide acétique et plusieurs de ses homologues, l'alcool et l'acétate éthylique sont tous capables de passer dans les graines. Les acides lactique et glycolique traversent les membranes, mais bien moins rapidement que l'acide acétique. La capacité d'absorption d'eau des graines, lorsqu'on les immerge dans des solutions variées, a été comparée à celle des graines placées dans de l'eau seulement. Une quantité beaucoup moins grande d'eau est absorbée des solutions de substances qui ne pénètrent pas l'enveloppe de la graine, que des solutions contenant des substances qui la pénètrent. Dans le cas de substances qui diffusent rapidement dans le grain, telles que l'ammoniac et l'acétate éthylique, la vitesse à laquelle l'eau passe à l'intérieur est beaucoup plus grande que lorsque le grain est placé dans des solutions de substances qui ne pénètrent pas l'enveloppe, ou dans l'eau seulement. — **MM. W. West** et **G. S. West** ont étudié *le phytoplankton d'eau douce anglais, et spécialement le plankton à Desmides et la distribution des Desmides anglais.* Les lacs anglais sont relativement plus riches en Algues vertes et plus pauvres en formes bleu-vert que la plupart des lacs continentaux; le large pourcentage des espèces vertes dans les lacs anglais est dû généralement à la prépondérance des Desmides. Les aires riches en Desmides correspondent : 1° fréquemment avec les aires de plus grande chute de pluie; 2° presque toujours avec les affleurements des couches paléozoïques anciennes et précambriennes.

Séance du 4 Février 1909.

M. G. C. Simpson : *L'électricité de la pluie et son origine dans les orages avec tonnerre.* D'observations faites aux Indes, l'auteur conclut qu'il est très probable que, dans tous les orages avec tonnerre, des courants ascendants dépassant 8 mètres à la seconde se forment; ils sont la source de grandes quantités d'eau, qui ne peuvent tomber à travers l'air ascendant; il en résulte une accumulation d'eau au sommet du courant, où la vitesse verticale est réduite par suite du mouvement latéral de l'air. Cette eau est sous forme de gouttes qui s'accroissent jusqu'à ce qu'elles deviennent assez grandes pour se diviser. Chaque fois qu'une goutte se fragmente, il y a séparation d'électricité, l'eau recevant une charge positive et l'air une quantité correspondante d'ions négatifs. L'air emporte les ions négatifs et laisse derrière lui l'eau positivement chargée. Une masse donnée d'eau peut être fragmentée plusieurs fois avant sa chute, et acquiert ainsi une forte charge positive; quand elle atteint le sol, on l'observe sous forme de pluie positivement chargée. Les ions qui sont entraînés par l'air sont rapidement absorbés par les particules de nuages, et les nuages se chargent fortement d'électricité négative. Dans ces nuages électrisés, il y a une combinaison rapide des gouttes d'eau sous forme de forte pluie négativement chargée. Une analyse rapide montre que l'ordre de grandeur de la séparation électrique qui accompagne la rupture d'une goutte est suffisant pour rendre compte des effets électriques observés dans les orages les plus violents. — **M. W. G. Duffield** : *Effet de la pression sur le spectre d'arc. III. Argent.* L'auteur a observé le spectre d'arc de l'argent, dans la région λ 4.000 à λ 4.600, sous des pressions allant jusqu'à 200 atmosphères. Les conclusions sont analogues à celles que lui a déjà fournies l'étude des spectres du fer et du cuivre dans les mêmes conditions. — **M. G. G. Stoney** a étudié *la tension des pellicules métalliques déposées par l'électrolyse.* On sait que les pellicules métalliques déposées électrolytiquement sont sujettes à se détacher quand elles atteignent une certaine épaisseur. L'auteur montre que ce phénomène s'explique en admettant que le métal est déposé de la solution sous tension. Il a trouvé qu'une mince règle d'acier, recouverte d'un côté de nickel, s'incurve ; de l'épaisseur de la règle, de la quantité de nickel déposée et de la courbure, on calcule que la tension sous laquelle la pellicule a été déposée est de 2.840 kilogs par centimètre carré. Cette tension est indépendante de la température, de la concentration de la solution et de la densité du courant. Quand on chauffe la règle au rouge, la courbure est réduite à la moitié ou au tiers. — **M. A. A. C. Swinton** a poursuivi ses recherches sur *la conversion du diamant en coke dans un vide élevé par les rayons cathodiques.* Il a reconnu que cette transformation, si elle met en liberté des gaz, n'en dégage pas d'autres que ceux qu'on trouve généralement comme résidus dans les tubes cathodiques à vide. On n'a observé le dégagement d'aucun gaz rare.

SOCIÉTÉ ALLEMANDE DE PHYSIQUE

Séance du 5 Mars 1909.

M. E. Gehrcke adresse une Note sur *un prisme à interférences à surfaces planes et parallèles.* L'intensité lumineuse et le pouvoir dissolvant du spectroscope à interférence peuvent être accrus, comme le démontrent les récentes expériences de M. O. Baeyer, en disposant, au contact des deux surfaces planes, des milieux à exposants de réfraction différents. L'auteur s'en inspire pour établir une nouvelle méthode d'accroissement du pouvoir de ce spectroscope. Comme, dans les plaques à surfaces planes et parallèles, une grande partie de la lumière se perd en raison des limites finies de la plaque, précisément pour les angles d'incidence les plus importants dans l'emploi du spectroscope, c'est-à-dire ceux qui diffèrent peu de 90°, l'auteur propose de remplacer ces plaques par un prisme carré, qui, en raison de la réflexion totale, donne lieu au développement de toutes les combinaisons possibles dans le cas d'une plaque à surfaces planes et parallèles d'une longueur infinie. — **MM. J. Franck** et **W. Westphal** ont étudié les *ions gazeux à charge double.* Dans un récent Mémoire, M. Townsend [1] publiait des expériences semblant démontrer la production, dans l'ionisation due aux rayons X, d'ions positifs chargés de deux quantités élémentaires, les ions négatifs restant toujours simplement chargés. Sous l'action des rayons X, chaque molécule dégagerait deux électrons formant deux ions négatifs, tandis que le résidu positif à charge double se convertirait en ion positif. En raison de l'importance de ce fait, les auteurs ont voulu démontrer la présence d'ions à charge double par une voie un peu différente, tout en déterminant les constantes caractéristiques de ces derniers. Ces expériences, faites d'après une modification de la méthode de Townsend, font voir que les ions à charge double ne constituent qu'une fraction (environ 9 %) du nombre total des ions positifs. D'autre part, la présence d'un petit nombre d'ions à charge supérieure devient probable. Les ions à charge double peuvent être séparés des ions simples par une diffusion fractionnée. Leur mobilité est la même que celle des ions simples, leur coefficient de diffusion est moitié moindre. Donc e/m est identique pour les deux espèces d'ions, la charge double s'agrégeant une masse double. Voilà qui confirme la loi suivant laquelle la mobilité des ions, indépendante de la nature du noyau primaire, ne serait déterminée que par le gaz contenant. — **M. R. Pohl** étudie *l'occlusion des résidus gazeux dans les tubes à vide et la production des bulles gazeuses à la surface du verre.* Suivant

[1] *Proc. Roy. Soc.*, mai 1908.

les expériences récemment faites par A. A. Campbell Swinton, cette occlusion serait due à l'action mécanique des rayons catholiques, ce qui expliquerait la raréfaction croissante des tubes à vide en cours d'opération. Tout en confirmant la présence de ces bulles, l'auteur ne partage pas la manière de voir de M. Swinton quant au contenu des bulles et au mécanisme de leur production. Aussi modifie-t-il l'hypothèse du savant anglais, en attribuant la production des bulles à un processus chimique ayant lieu dans la flamme du chalumeau en présence d'aluminium sur le verre. Les nouvelles expériences de M. Swinton, l'auteur le démontre, concordent parfaitement avec cette hypothèse. — **M. H. Erfle** adresse un Mémoire théorique sur la détermination des distances focales au moyen de l'autocollimation. Il déduit la formule qui, dans cette méthode, représente l'influence de la courbure du miroir.

ALFRED GRADENWITZ.

ACADÉMIE ROYALE DES LINCEI

Séances de Mars et Avril 1909.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — **M. V. Volterra** : Sur les équations de l'Electrodynamique. Quelques observations sur les propriétés aptes à individualiser une fonction. — **M. E. Bertini** : Sur la théorie des modules des formes algébriques. — **M. P. Pizzetti** : Corps équivalents en rapport avec l'attraction newtonienne extérieure. Sur la signification géométrique du second paramètre différentiel d'une fonction sur une surface quelconque. — **M. L. Tonelli** : Sur la série de Dirichlet. — **M. C. Burali-Forti** donne une démonstration absolue du théorème de Gauss relatif à l'invariabilité de la courbure totale dans la flexion. — **M. G. Sannia** : Sur quelques enveloppes de ∞^3 sphères. Doubles systèmes de lignes de la sphère, images d'asymptotiques. — **M. G. Fubini** : L'influence d'une couche diélectrique dans un champ électromagnétique et l'équation d'Euler des lames sonores. — **M. G. Zappa** s'occupe de la valeur d'une loi particulière de force centrale; et il démontre que M. Griffin, dans un travail où il établit qu'il existe, en plus de la force newtonienne, une infinité simple de forces capables d'engendrer une ellipse donnée, arrive, au contraire, à la solution particulière d'un autre problème général. — **M. A. Alessio** donne une nouvelle méthode permettant de déterminer la marche d'une montre avec le télescope zénithal. — **M. G. Agamennone** signale une particularité remarquée à l'Observatoire géodynamique de Rocca di Papa, près de Rome, dans le séismogramme des tremblements de terre calabrais de 1905 et de 1908; cette particularité consiste dans l'apparition brusque d'ondes d'une grande lenteur et d'ampleur croissante au commencement du télésismogramme. — Dans une seconde Note, M. Agamennone ajoute quelques considérations sur les mécanismes de propagation des ondes sismiques.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — **M. C. Alessandri** transmet une Note sur le fonctionnement des services météorologiques dans les divers Observatoires du Mont-Rose. — **M. E. Clerici** a perfectionné sa méthode de détermination de l'indice de réfraction au microscope, et donne la description des simplifications apportées à cette méthode. — **M. G. A. Blanc**, qui avait déjà déterminé la quantité de thorium existant dans le sol du jardin de l'Institut de Physique de Rome (gr. $1,45 \times 10^{-5}$ par gramme de terrain), a poursuivi ses recherches sur la quantité de thorium qui se trouve dans un certain nombre de roches de différentes natures et provenances, dans le but d'établir si cet élément doit être considéré comme un facteur important ou négligeable de la radio-activité de la croûte terrestre. Les premières mesures, exécutées par une méthode nouvelle de grande précision, font prévoir que le thorium doit être considéré comme un agent d'une importance égale, sinon supérieure, à celle du radium, dans la radio-activité de la surface terrestre. — Dans une autre Note, M. Blanc donne les premiers résultats de ses déterminations de l'action thermique et de l'action ionisante du thorium inclus dans les roches. — **M. V. Chiarini** a fait des recherches sur les propriétés particulières que présentent les deux variétés de sélénium, rouge et noire, obtenues par sublimation, pour ce qui regarde leur conductivité et leur façon de se comporter vis-à-vis de la lumière et des ondes électromagnétiques. — **M. C. Drago** a étudié la variation de la ténacité du fer dans le champ magnétique. — **MM. G. Ciamician** et **P. Silber** : Produits de condensation obtenus sous l'action de la lumière. — **M. L. Balbiano** décrit deux réactions qui permettent d'obtenir les deux séries des composés allyliques et propéniques à l'aide de l'acétate mercurique. — **MM. A. Angeli** et **V. Castellana** : Nouvelles recherches sur les produits aldéhydiques. Nouveau mode de formation de la benzoylphénylhydrazine. Méthode générale de préparation des acides hydroxamiques en recourant à l'action de l'acide nitreux sur les alcools primaires. — **M. V. Zunino** s'occupe de l'action de la potasse sur l'épichlorhydrine en présence de phénols monovalents. — **M. L. Cambi** donne la description de quelques réactions des nitrodérivés. — **MM. F. Bottazzi** et **N. Scalinci** ont poursuivi leurs recherches de Chimie physique sur le cristallin de l'œil; ils étudient l'imbibition de la lentille dans les liquides oculaires et dans les solutions de NaCl.

3° SCIENCES NATURELLES. — — **M. A. Serra** a étudié les basaltes qui se rencontrent dans les plateaux des alentours de Tiesi (Sardaigne septentrionnale); il donne, en outre, la description d'un minéral de plomb assez rare, la mimétite, qui se trouve dans le gisement cuprifère à Bena de Padru (Ozieri), toujours en Sardaigne. — **M. F. Zambonini** démontre l'identité qui existe entre la « belonesite » et la « sellaite », qui sont des fluorures de magnésium dont la cristallisation présente des différences dues à des conditions spéciales de formation. — **M. F. Silvestri** continue ses descriptions préliminaires de plusieurs Arthropodes, en grande partie de l'Amérique. — **M. G. Cuboni** et **L. Petri** ont eu l'occasion d'examiner des rameaux d'un pêcher recouverts d'une altération de nature cryptogamique, produite par une *Erisyphacea*; ces rameaux provenaient de localités différentes où se trouvent des chênes envahis par l'oïdium. Les deux auteurs doutent que le parasite du pêcher trouve dans celui du chêne le moyen de se développer. — **M. E. Pantanelli** résume ses observations sur les causes d'une maladie qui a frappé divers ceps de vigne près de Syracuse, et qui, à cause d'un excès d'engrais mal distribué, provoque la chute des fleurs; pour combattre cette maladie, l'auteur conseille d'enlever les feuilles les plus proches des grappes, ou, mieux encore, de recourir à un usage rationnel des engrais chimiques. — **MM. Spehl** et **Desguin** se sont proposé de faire le dosage de la quantité de sang qui se trouve, à un moment donné, dans la circulation pulmonaire d'un animal vivant à différentes hauteurs. Ils ont trouvé que cette quantité de sang augmente en allant jusqu'à 3.000 mètres; soit au niveau de la mer, soit à 3.000 mètres, la quantité du sang dans les poumons est plus grande dans l'inspiration que dans l'expiration, la différence entre ces deux quantités s'atténuant avec la hauteur.

ERNESTO MANCINI.

Le Directeur-Gérant : LOUIS OLIVIER.

Paris. — L. MARETHEUX, imprimeur, 1, rue Cassette.

20e ANNÉE N° 10 30 MAI 1909

Revue générale des Sciences pures et appliquées

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER, Docteur ès sciences.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. L. OLIVIER, 18, rue Chauveau-Lagarde, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et dans tous les pays étrangers y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Nécrologie

Julius Thomsen (1826-1909). — La mort de Julius Thomsen a mis en deuil le Danemark, dont il était l'une des gloires, et la science danoise, qui perd en lui son plus illustre représentant.

Né le 16 février 1826, J. Thomsen s'est éteint après quelques jours d'agonie, le 13 février 1909, chargé d'honneurs, d'ans et de gloire.

Tout jeune encore, le futur savant avait montré un goût manifeste et de rares qualités pour l'étude de la Chimie; une fois ses examens et son apprentissage terminés, il débuta par des recherches très heureuses de Chimie appliquée, qui l'amenèrent à créer une industrie nouvelle : la fabrication de la soude à partir de la cryolithe; ses premières études sur ce sujet datent de 1856, et, en 1859, les *Kemische Fabriker* d'Oresund commencèrent, d'après ses indications, l'exploitation fructueuse de cet important minerai, qui sert actuellement dans quelques grandes fabriques à la préparation du bicarbonate de sodium et de l'alumine. Cette exploitation industrielle, dont Thomsen resta longtemps directeur, paya pendant trente ans à l'Etat danois, comme frais de concession, 140.000 fr. par an, et contribua sans doute à donner à l'inventeur la liberté entière de se consacrer exclusivement aux recherches de science pure.

Déjà à cette époque, d'ailleurs, Thomsen avait commencé sa brillante carrière de savant et de professeur; après avoir été assistant de Chimie au Polytechnikum de 1847 à 1853, puis professeur de Physique et de Chimie dans diverses Ecoles, il fut en 1865 docent provisoire, puis en 1866, et jusqu'en 1901, professeur ordinaire de Chimie à l'Université de Copenhague, où il accomplit presque toute sa carrière et dont il fut recteur à plusieurs reprises. Il avait été nommé, en 1902, directeur du Polytechnikum de Copenhague, dont il fit, en grande partie, les plans, et dont il mit au niveau des exigences modernes les méthodes et moyens d'enseignement.

Les recherches de Thomsen, commencées en 1853, se rapportent principalement à la Thermochimie, dont il a été l'un des fondateurs. Il s'appliquait surtout à mesurer les phénomènes calorifiques qui accompagnent les réactions chimiques, et, dans cette science, où tout était à créer : méthodes rigoureuses et appareils précis, il déploya une ténacité et une ardeur inlassables; on lui doit en Chimie minérale et en Chimie organique un nombre considérable de déterminations qui font foi et qu'on a reproduites dans tous les ouvrages classiques (voir par exemple : BERTHELOT : Thermochimie, données et lois numériques). On lui doit également la perception et l'énoncé de quelques-unes des lois fondamentales qui régissent les phénomènes chimico-calorifiques. C'est à la Thermochimie surtout que Thomsen consacra son existence et, parmi les 200 Mémoires qu'il publia aux *Berichte*, depuis 1853 jusqu'en 1906, il y en a seulement 30 à 35 qui se rapportent à d'autres questions de Chimie. L'ensemble de cette œuvre a été publié une première fois en 1882-1886 à Leipzig dans un recueil célèbre : *Thermochemische Untersuchungen*, qui le fit connaître du monde entier, et qui comprend trois volumes pour la Chimie minérale, et un pour les composés organiques. Plus récemment, après avoir abandonné la plupart de ses fonctions, le grand savant rassembla les derniers résultats de ses recherches et publia en 1905 un ouvrage intitulé : *Résultats systématiques des recherches thermochimiques*.

Le grand savant qu'était Thomsen et l'homme de génie qu'était Berthelot devaient fatalement se rencontrer sur le domaine de la Thermochimie, où tous deux faisaient de si belles expériences et que chacun d'eux considérait, sans doute, comme lui étant exclusivement réservé. La rencontre des deux chercheurs ne fut point empreinte de cordialité et les journaux scientifiques ont plus d'une fois enregistré des polémiques ardentes, au cours desquelles les griefs prirent parfois une expression excessive. Le conflit, qu'il est bien difficile de juger en quelques lignes, dura jusqu'à ces dernières années. On sait que Thomsen avait imaginé, pour la détermination des chaleurs de combustion des corps organiques, un appareil ingénieux, mais peu sûr, le « brûleur universel », qu'il maniait avec dextérité, mais dont il était à peu près seul à se servir utilement, tandis que Berthelot avait réalisé dans le même but la bombe calorimétrique, incontestablement supérieure, de l'avis de tous les spécia-

listes, comme maniement et sécurité. L'illustre Danois resta fidèle à ses méthodes et à ses idées, mais il est probable que le « brûleur universel » s'est éteint avec lui, et que quelques-uns des résultats obtenus avec cet appareil auront besoin de retouches.

Néanmoins, son œuvre reste considérable; les données numériques, qui sont presque toujours inattaquables, surtout en Chimie minérale, forment un monument expérimental précieux auquel on aura toujours recours; et le nom de Thomsen reste inséparable de l'histoire de la Thermochimie, même si, comme le disent les journaux de son pays, ses conceptions théoriques ont vieilli.

Il jouissait en Danemark d'une autorité incontestée et d'une très grande vénération; ses collègues danois lui firent fête lors de ses soixante-dix ans et lui remirent en grande pompe une médaille d'or. Le Gouvernement lui avait accordé les plus hautes distinctions honorifiques; il était Grand-Croix du Daneborg depuis 1906 et avait été nommé en 1902 « Conseiller de conférence » (Geheimekonferensraad) avec le titre d'Excellence; il avait été pendant trente-trois ans membre de la Représentation bourgeoise et était membre du Conseil du port de Copenhague. Œrstedt lui-même avait été moins honoré que Thomsen, et n'avait pas, comme lui, assisté à l'inauguration de sa propre statue : celle de Thomsen s'élève dans la cour du Polytechnikum, et elle le représente penché sur un bloc de cryolithe.

Le grand savant disparu laisse, avec une œuvre glorieuse, la réputation d'un homme sévère, n'aimant point à être contredit, mais d'un caractère sans tache, d'une franchise et d'une justice irréprochables et qui savait être aimable. C'est plus qu'il n'en faut pour assurer à son nom l'immortalité.

P. Lemoult,
Chargé de Cours à l'Université de Lille

§ 2. — Astronomie

La précision des observations astronomiques. — Lorsque l'on jette un regard d'ensemble sur les observations astronomiques, depuis celles des temps les plus reculés jusqu'aux dernières dont s'honore la science moderne, on est véritablement surpris de leur précision, en tenant compte, bien entendu, des moyens et des instruments dont disposait chaque époque.

On sait que les premières observations astronomiques dont nous avons la trace ont été faites par les Chinois. L'un de leurs livres, le *Chou-King*, qui constitue le plus ancien document scientifique précis de l'humanité[1], nous fait connaître que, 2.000 ans avant notre ère, ils déterminaient leurs saisons, c'est-à-dire la position du Soleil à l'époque des équinoxes et des solstices, au moyen de quatre étoiles que nous avons pu identifier; or, ces étoiles sont si bien choisies qu'un astronome moderne n'aurait pu faire mieux.

Ils avaient également déterminé, 1.100 ans avant notre ère, l'obliquité de l'écliptique sur l'équateur terrestre, et ils l'avaient trouvée égale à 23°54'; or, cette obliquité, qui varie avec le temps, est aujourd'hui de 23°27', et le calcul montre qu'à l'époque de leurs observations elle devait être de 23°51' au lieu de 23°54'. La précision de leurs observations relativement à cette mesure fondamentale de l'Astronomie était donc de trois minutes d'arc.

Si l'on considère maintenant la durée de la révolution des planètes autour du Soleil, qui est l'une des rares valeurs qui n'ont pas varié depuis l'origine des temps historiques, on trouve que les Hindous avaient évalué la durée de la révolution de Mercure autour du Soleil avec un écart de 4 dix-millièmes de jour sur la durée que nous connaissons aujourd'hui. Pour Vénus, l'écart par rapport aux mesures actuelles est de 23 dix-millièmes de jour. Pour Mars, cet écart est de 1 millième de jour. Pour Jupiter, il atteint 1/4 de jour, mais il faut tenir compte de ce que la durée de la révolution de cette planète est de 11 ans, en sorte qu'un même observateur ne pouvait pas voir souvent le retour de cette planète au même point de son orbite; cette remarque s'applique également, et avec plus de raison, à Saturne, dont la révolution a une durée de 29 ans; aussi l'écart pour cette planète atteint-il 6 jours.

Si nous passons maintenant aux Grecs anciens, nous trouvons une mesure du méridien terrestre effectuée environ 200 ans avant notre ère par Eratosthène, qui a trouvé que la longueur de ce méridien était de 252.000 stades; or, d'après les recherches de M. Paul Tannery, la valeur du stade en tant que mesure astronomique doit être de 157m,50, ce qui donne pour le méridien une longueur de 39.690 kilomètres au lieu des 40.000 kilomètres que nous connaissons; la précision est encore ici relativement grande, surtout si l'on tient compte de ce que cette mesure a été effectuée en comptant les pas contenus dans un arc de méridien et en multipliant le nombre ainsi trouvé par la longueur d'un pas.

Il y a, d'ailleurs, une remarque générale à faire au sujet des observations des Anciens. Ainsi que l'a signalé, en effet, M. Baillaud, le savant directeur de l'Observatoire de Paris, président de la Société astronomique de France, à qui nous sommes redevables de la plupart des renseignements contenus dans cette Note, les premiers observateurs ont négligé de nous faire connaître les méthodes suivies pour leurs observations; ils nous ont transmis des résultats bruts, sans indiquer dans quelles circonstances ils avaient été obtenus, en sorte que nous n'avons pas la possibilité de discuter et de corriger au besoin, à l'aide des découvertes plus récentes de la science, les chiffres qu'ils avaient trouvés. Ce n'est que tout récemment que l'habitude s'est généralisée d'indiquer, en même temps que les résultats des observations, les méthodes employées pour les obtenir, afin d'en permettre la discussion ultérieure. Même les exemplaires de la *Connaissance des Temps*, publiés au commencement du XIXe siècle, sont muets à cet égard.

Les lunettes n'ayant été inventées qu'au commencement du XVIIe siècle, toutes les observations antérieures ont dû être faites à l'œil nu; or, l'œil peut distinguer un objet d'un tiers de millimètre à un mètre de distance, ce qui correspond à une minute d'arc environ : telle est la mesure de la précision des observations qui ont pu être faites dans toute cette période; cette mesure correspond encore au diamètre d'un crayon ordinaire (7 millimètres) vu à 20 mètres environ de distance.

Les instruments les plus employés étaient des cercles divisés et des compas munis d'index, qui permettaient de diriger la ligne de visée sur l'étoile observée. L'anneau de Ptolémée était formé par deux cercles verticaux concentriques : le cercle extérieur, de 40 centimètres de diamètre environ, était fixe et gradué; il servait de support à l'anneau intérieur mobile, qui portait les deux index de visée. Il y avait également le carré géométrique, qui permettait de faire des opérations d'une façon qui ressemble un peu à celles que l'on effectue maintenant avec une table de logarithmes.

Il faut ensuite passer une longue suite de siècles d'ignorance, pendant lesquels l'intelligence humaine paraît avoir sommeillé, pour arriver aux observations de Tycho-Brahé (1546-1601). Cet astronome employait également des instruments en bois; l'un d'eux était constitué par un grand anneau de Ptolémée, monté à la partie supérieure d'une sorte de pieu vertical muni de bras horizontaux qui permettaient de le faire tourner à la façon d'un cabestan dans un châssis approprié; l'anneau pouvait ainsi être orienté dans un plan vertical quelconque.

Tycho-Brahé fit également construire un cercle mural. C'est donc à l'œil nu et à l'aide d'instruments rudimentaires qu'il accumula des observations d'une préci-

[1] Léopold de Saussure : L'Astronomie chinoise dans l'Antiquité. *Revue générale des Sciences*, 28 février 1907.

sion suffisante pour permettre ensuite à Képler d'en faire la base des recherches qui le conduisirent à la découverte des lois du Système du monde. C'est dans une visite de Képler à Tycho-Brahé qu'il se rendit compte de la haute valeur des observations de cet astronome. A la suite de cette visite, il trouva le moyen, à l'aide de la planète Mars, de reconnaître les variations de la distance de la Terre au Soleil.

Il commença, en effet, par discuter douze observations d'opposition de Mars par Tycho, ce qui représentait des observations échelonnées sur une durée de vingt-quatre années; il considéra le triangle dont la Terre, le Soleil et Mars formaient les trois sommets, et il rechercha les époques où ces trois corps reprenaient des positions relatives telles que les triangles successifs formés par eux étaient semblables.

La considération de la similitude de ces triangles le conduisit à cette conclusion que le Soleil n'est pas au centre de l'orbite décrite par la Terre. Toutefois, ce n'est pas à ce moment que l'ellipse vint à l'idée de Kepler; il pensait que les planètes ne pouvaient pas décrire d'autres orbites que les circonférences, considérées comme les courbes les plus parfaites; ce n'est que plusieurs années après qu'il songea à l'ellipse, dont les propriétés étaient cependant connues depuis longtemps. On ne peut considérer l'œuvre de Kepler sans être saisi d'admiration; les moyens de calcul lui faisaient défaut. Par exemple, pour déterminer par le calcul la position d'une planète dans l'intervalle de deux positions observées, en un mot pour faire une interpolation, opération qu'un collégien de nos jours fait en quelques minutes, il lui fallait des journées de travail. Aussi le recueil de ses travaux, qui est une sorte de journal, porte-t-il fréquemment des traces de découragement devant des résultats qui ne répondaient pas à ses efforts; mais il reprend bientôt après le labeur qui devait le conduire finalement à la découverte des lois qui l'ont immortalisé.

C'est en 1608, en Hollande, que l'on fit la première combinaison d'une lentille divergente et d'une lentille convergente; à partir de ce moment, les lunettes entrèrent peu à peu dans la pratique astronomique.

En 1655, Huyghens perfectionna considérablement les horloges en leur appliquant le pendule.

Le vernier fit son apparition en 1631.

En 1640, on définit pratiquement l'axe optique de la lunette et l'on commença à faire usage du micromètre, que Rœmer perfectionna en 1672 en lui ajoutant des ressorts pour supprimer l'effet nuisible du jeu de la vis.

Rœmer construisit la première lunette méridienne en 1689. La précision des observations de cette époque peut être estimée à 10″ d'arc, ce qui correspond au diamètre de notre crayon vu à 170 mètres.

Les méthodes et les instruments continuent à se perfectionner; les observations de Lalande atteignent comme limite de précision 1″ d'arc, soit notre crayon porté à 1.700 mètres. Au commencement du XIXe siècle, des progrès notables se réalisent et, en 1875, la précision atteint 1/2 seconde d'arc, ce qui éloigne notre crayon à 3.400 mètres.

Afin d'obtenir le maximum de précision, on s'attache à observer la plus grande symétrie possible dans les instruments et dans les installations. Pour montrer jusqu'à quel point est poussée cette recherche de la symétrie, il suffira de signaler l'une des précautions prises pour l'installation de la lunette méridienne de l'Observatoire de Toulouse. Chacun des tourillons de cette lunette repose sur une pierre de 4.000 kilog.; ces deux pierres sont placées sur une autre pierre de 8.000 kilog., posée sur un lit de béton qui repose lui-même sur un fond de sable. Or, pour être certain que les deux pierres supportant les tourillons de la lunette sont bien identiques, M. Baillaud, alors directeur de l'Observatoire de Toulouse, fit scier en deux, sous ses yeux, une pierre de 8.000 kilog. Il a néanmoins été constaté que le tourillon ouest de cette lunette s'abaisse à raison de 1/100 de millimètre par an, et que cet abaissement est dû à la descente dans la vallée de la colline sur laquelle est installé l'Observatoire.

A mesure que la précision des observations astronomiques augmente, on est amené à rechercher des causes de perturbation que l'on ne soupçonnait pas. Un exemple en a été fourni ces temps derniers, à l'Observatoire de Paris, où l'on cherchait à déterminer la verticale du lieu, opération qui semble très simple; on vise avec une lunette verticale sur un miroir horizontal placé à une certaine profondeur, et, si le rayon lumineux se réfléchit bien sur lui-même, il indique la direction de la verticale. Le miroir horizontal était constitué par un bain de mercure. Or, le résultat obtenu n'était pas satisfaisant: après avoir éliminé toutes les causes d'erreur provenant des instruments, de l'installation, et même de l'échauffement diurne des piliers, il subsistait un écart périodique dont la cause échappait. On découvrit enfin que cet écart était dû à l'action de la Lune, qui produisait des marées appréciables dans cette cuvette de mercure de quelques décimètres de diamètre.

C'est à la photographie que l'on doit les progrès les plus récents dans la précision des observations, mais les clichés photographiques ont une dimension limitée; leur côté correspond à deux ou trois fois environ le diamètre apparent du Soleil et il en faut 10.000 pour faire la carte du ciel.

La juxtaposition de toutes ces épreuves avec la précision désirable est une opération délicate, qui nécessite le concours des instruments ordinaires permettant de prendre des mesures directes d'étoiles.

Les travaux auxquels a donné lieu l'établissement de la carte du ciel ont permis d'atteindre une précision égale à 1/10 de seconde d'arc, ce qui équivaut à notre crayon porté cette fois à 17 kilomètres!

C'est un résultat dont les astronomes et plus particulièrement les astronomes français ont le droit d'être fiers.

G. Devanlay.

§ 3. — Art de l'Ingénieur

Le prochain Congrès de l'Association internationale pour l'essai des matériaux. — L'*Association Internationale pour l'Essai des matériaux* tiendra, du 7 au 12 septembre 1909, un congrès à Copenhague.

Elle y discutera spécialement les questions suivantes:

Métaux. — *Métallographie*. Etat de la question, application à l'étude des aciers spéciaux et des alliages et aux traitements thermiques (Rapporteurs : MM. Heyn, Guillet, Fry, Howe, Sauveur).

Emploi des *essais de dureté* au moyen d'empreintes de billes et de cônes. Etat de la question (Rapporteurs : MM. Ludwik, Heyn, Martens, Gessner, Moore, Misagyi).

Utilisation des *essais au choc*. Etat de la question, définition de la résilience, essais au choc par traction, sur barreaux entaillés, comparaison des résultats statiques et dynamiques, comparaison avec les effets de charges dynamiques, essais de grosses pièces (Rapporteurs : MM. Guillet, Révillon, Breuil, Schüle, Brunner, Léon, Ludwik, Welikhoff, Hönigsberg).

Essais de durée. Etat de la question, application aux fils de cuivre (Rapporteurs : MM. Howard, Schüle, Brunner).

Essais de la fonte (Rapporteurs : MM. Moldenke et Sulzer).

Influence des températures élevées sur les qualités mécaniques des métaux (Rapporteur : M. Rudeloff).

Propriétés magnétiques et électriques des métaux dans leurs relations avec la résistance mécanique (Rapporteurs : MM. Wahn et Grünhut, Weiss, Rasch, Esterline).

Substances préservant de la rouille (Rapporteurs : MM. Rudeloff, Vorhees, Camerman, Heyn).

Cahiers des charges, conditions de réception, unification et divers (Rapporteurs : MM. Belelubsky, Berman, Hannover, Gulliver, Weisagyi, Ludwik, Rippel, Guillet, Lewis).

CHAUX, CIMENTS, BÉTONS, PIERRES. — *Béton armé.* Recherches expérimentales, méthodes d'essai, études sur les accidents, influences des efforts alternatifs (Rapporteurs : MM. Schüle, Rabut, Emperger, Leon, Bresztowski, Kirsch, Möller, Paulsen).

Progrès des méthodes d'essai des chaux et ciments (Rapporteurs : MM. Feret, Berger, Deval, Greil, Gary, Schüle, Blount, Herfeldt).

Résistance des ciments à l'eau de mer (Rapporteurs : MM. Baykoff et Czarnomsky).

Résistance des pierres aux intempéries et actions mécaniques. (Rapporteurs : MM. Hanisch, Seipp, Hirschwald, Leduc, Kirsch, Renezeder).

Chaleur spécifique des matériaux réfractaires aux hautes températures: huiles, caoutchouc, bois, divers. (Rapporteurs : MM. Albrecht, Camerman, Breuil, Pinchot).

La valeur des rapporteurs, dont le plus grand nombre est bien connu des lecteurs de la *Revue*, est un gage certain de l'intérêt du Congrès.

Pour recevoir toutes les publications du Congrès, il suffit de se faire inscrire comme membre de l'Association Internationale pour l'Essai des matériaux (cotisation : 15 francs par an). Cette inscription donne, en outre, le droit de prendre part aux séances et discussions de la Réunion des membres français et belges de l'Association, séances qui se tiennent tous les mois à Paris, et d'en recevoir les procès-verbaux (150 à 200 pages de texte) ainsi que les communications internationales. Pour prendre part au Congrès, il faut en outre verser 20 couronnes danoises (26 fr. 70). Les dames seront admises moyennant un versement de 12 couronnes (16 francs).

Le Congrès sera ouvert le 7 septembre, en présence du roi de Danemark, par une conférence de M. Larsen, sur le développement de l'industrie des ciments en Danemark. Le soir, réception par l'Association des ingénieurs danois; le lendemain, à l'Hôtel de Ville par le Conseil municipal; visite de Tivoli. Tous les jours de la semaine, séance le matin; après-midi, excursions, notamment à Sckodsborg, Elseneur, Marienlyst, Aalborg, Skagen.

Les inscriptions seront closes le 1er juin. Pour tous renseignements s'adresser à M. Messager, 182, rue de Rivoli, membre du Comité directeur de l'Association.

§ 4. — Physique

La vitesse de propagation des rayons acoustiques à courte longueur d'onde. — Le fait que les oscillations de courant constituant les étincelles électriques peuvent produire des vibrations acoustiques perceptibles a été démontré pour la première fois par Oliver Lodge [1] dans le cas d'une grande batterie de bouteilles de Leyde qui se déchargeait à travers des bobines de self-induction choisies de plus en plus grandes. Suivant les recherches de Duddell [2], les arcs voltaïques comportant un circuit vibratoire inséré en dérivation fonctionnent comme source d'ondes acoustiques et de courants alternatifs d'une fréquence allant jusqu'à 50.000. Poulsen [3] a réussi, enfin, à faire fonctionner les arcs voltaïques à des fréquences bien plus considérables en émettant des ondes électriques, et probablement acoustiques, d'une périodicité allant jusqu'à trois millions. Dans une thèse inaugurale récemment présentée à l'Université de Berlin, M. E. Dieckmann étudie les rayons acoustiques non amortis, à courte longueur d'onde, émis par l'arc de Poulsen; il mesure des fréquences acoustiques allant jusqu'à 800.000 et il tire parti de la facilité du procédé électrique pour déterminer la vitesse de propagation des ondes acoustiques les plus petites.

Les rayons acoustiques émis par l'arc de Poulsen étaient projetés par un miroir concave, à l'état de faisceau parallèle, sur un réseau plan; le faisceau réfléchi ou diffracté par ce dernier était ensuite concentré, par un autre miroir concave, sur l'une des ailes du système servant à déterminer la pression acoustique. La fréquence acoustique déterminée par la longueur d'onde électrique, conjointement avec la longueur d'onde acoustique donnée par l'angle de diffraction, permettait de calculer la vitesse de propagation acoustique.

La vitesse de propagation du son au sein du gaz d'éclairage se trouve être constante jusqu'à des fréquences de 800.000 et jusqu'aux longueurs d'onde les plus petites de $0^{mm},59$ et $0^{mm},43$, mesurées au sein du gaz d'éclairage et de l'air respectivement. Grâce à l'absence de tout amortissement, à la liberté des harmoniques supérieurs et à la possibilité de mesurer la fréquence acoustique par voie électrique, l'arc de Poulsen constitue une source acoustique extrêmement utile pour les recherches relatives aux vitesses de propagation aux limites d'audibilité, etc.

Les longueurs d'onde acoustiques mesurées par la méthode du réseau, — la vitesse du son (trouvée constante) étant donnée, — permettent de déterminer la longueur des ondes électriques. Cette méthode semble égaler par son exactitude les autres méthodes, basées sur les déterminations de capacité et de self-inductions, à l'aide d'un conducteur parallèle ou d'un miroir tournant.

La décharge d'électricité à partir du charbon incandescent. — Dans leurs investigations sur les phénomènes qui accompagnent le rallumage de l'arc à électrodes de charbon, MM. J.-A. Pollock et A.-B.-B. Ranclaud [4] se servaient d'un dispositif comportant des tiges de charbon, disposées à peu près comme dans les lampes à arc, et où la température de l'une pouvait être facilement réglée. Un cylindre de charbon, de 4,05 centimètres de longueur et de 0,5 centimètre de diamètre, était chauffé par l'électricité; le circuit comportait un intervalle d'air de trois millimètres entre le point central du cylindre chauffé et l'extrémité d'une tige de charbon relativement froide. Les courants traversant ce circuit étaient étudiés pour des températures du cylindre intermédiaires entre 1.100 et 1 800°, et pour des différences de potentiel variables entre les bornes de l'intervalle, jusqu'à formation de l'arc voltaïque, afin de constater les conditions du passage de la décharge obscure à la décharge lumineuse dans le cas du charbon chauffé au sein de l'air à la pression ordinaire.

Le flux d'électricité négative partant d'un charbon chauffé dépend de la température de ce dernier, de la différence de potentiel entre les électrodes et de la distance qui les sépare. Aux bas potentiels, ce flux, de l'ordre du milliampère, ne s'accompagne d'aucune luminescence; à mesure que le potentiel s'accroît, on atteint une valeur critique, dépendant de la température et de la distance mutuelle des électrodes, à laquelle s'établit l'arc voltaïque, en même temps que l'intensité de courant saute instantanément de quelques milliampères à plusieurs ampères.

Si I est le flux d'ions négatifs, E le gradient de potentiel à la surface anodique et γ la longueur du dernier chemin libre des ions au bout duquel ils atteignent la surface anodique, il semble que l'arc commence à s'établir lorsque la valeur de $I E \gamma$ suffit pour porter une partie de la surface anodique à une température à laquelle les ions positifs sont émis en abondance.

[1] *Nature* (de Londres), t. XXXIX, p. 471, 1888-1889.
[2] *Electrician*, t. XLV, p. 310, 1900.
[3] *Elektrot. Zeitschr.*, t. XLV, 1906.

[4] *Phil. Mag.*, mars 1909.

§ 5. — Botanique agricole

L'ivoire végétal ou corrozo. — On sait que l'industrie des boutons utilise des quantités importantes d'un produit nommé *corrozo* ou *ivoire végétal*, qui nous vient de l'Amérique du Sud. Dans une récente séance de la Société nationale d'Acclimatation, M. H. Courtet a présenté, sur l'origine, le commerce et l'industrie de cette substance, une très intéressante communication[1] dont nous extrayons ce qui suit :

Le palmier dont les graines fournissent l'ivoire végétal ou noix de corrozo se rencontre dans les régions équatoriales de l'Amérique du Sud, particulièrement dans la république de l'Equateur, en Colombie, au Brésil et au Pérou. Son nom scientifique est *Phytelephas macrocarpa*. Il croît surtout dans les vallées, au bord des cours d'eau et dans les endroits humides. Ses fruits sont réunis par groupes et chacun contient quatre graines ayant la grosseur d'un œuf de poule. L'albumen de ces graines, qui est comestible, est mangeable quand il est jeune ; mais, en vieillissant, il durcit d'une telle façon qu'on peut l'utiliser pour certains articles comme l'ivoire provenant des défenses de l'éléphant.

On distingue deux sortes industrielles de corrozo : le corrozo provenant de Guayaquil (Equateur), peu ou pas veiné, qui est le plus estimé, et le corrozo de Carthagène (Colombie), veiné d'une façon très visible, et possédant une partie centrale défectueuse beaucoup plus grosse que le Guayaquil, ce qui le rend moins avantageux pour l'industrie des boutons; ce dernier, par contre, convient assez à l'industrie des chapelets, bracelets, colliers, etc.

Dans les contrées précitées, et surtout en Equateur, le corrozo ne nécessite d'autre main-d'œuvre que celle qui consiste dans la récolte du fruit; une grande partie de ces fruits restent sur place inutilisés, par suite du manque de voies de communication et de la difficulté des transports. De 1889 à 1906, les exportations de l'Equateur ont été les suivantes :

ANNÉES	TONNES	VALEUR EN FRANCS	PRIX DU KILO
1889. . .	14.273	1.322.715	0,09
1892. . .	16.810	2.411.460	0,14
1893. . .	21.567	2.293.955	0,11
1902. . .	18.241	2.457.940	0,13
1903. . .	18.130	3.086.525	0,17
1904. . .	21.085	5.521.102	0,26
1906. . .	21.797	6.538.342	0,30

On voit que, si l'exportation en tonnes paraît stationnaire, il n'en est pas de même de la valeur du produit, qui a triplé depuis vingt ans.

C'est l'Allemagne qui tient le premier rang dans l'industrie du corrozo ; l'Italie joue aussi un rôle important, et ces deux nations nous font une concurrence acharnée, l'Italie surtout, grâce au bon marché de la main-d'œuvre dont elle dispose. Mais la fabrication française est bien supérieure par le fini de ses produits. Voici le montant de l'importation et de la consommation françaises, en 1905, sous la rubrique générale : noix de corrozo, coques de cocos, calebasses vides et grains durs à tailler :

PROVENANCE	IMPORTATION	CONSOMMATION
	kilog.	kilog.
Colombie.	763.621	752.483
Brésil.	435.397	435.397
Equateur.	609.230	300.230
Autres pays.	152.408	82.362
Colonies	4.224	4.202
	1.964.880	1.574.674

On a essayé de substituer à la noix de corrozo, dans l'industrie du bouton, des préparations à base de caséine (lactite, galalithe,...), mais elles ont été reconnues difficiles à travailler et elles coûtent plus cher que le corrozo. On a aussi tenté de glisser dans l'industrie française des noix d'autres palmiers, comme celles de l'*Hyphaene tebaica*, qui n'a eu aucun succès, et la pomme de Tahiti, qui a donné des résultats très défectueux.

Le corrozo semble donc n'avoir pour le moment aucune concurrence à redouter et, pour cette raison, il serait très intéressant de l'introduire dans les colonies françaises. La chose ne paraît pas difficile, car presque toutes se trouvent dans des conditions de climat et de sol analogues à celles des pays d'origine.

On pourrait introduire le corrozo, non pas comme produit de grande ou de petite culture, mais comme produit de cueillette. Vivant en bosquets, en petits bois, excluant presque toute autre végétation, il serait très bien dans tous les endroits que l'on ne peut cultiver et encombrés d'une végétation inutile, soit palmière, soit tout autre. Un essai vient d'être fait dans ce sens à Tahiti ; il est à souhaiter qu'il se généralise.

§ 6. — Physiologie

Sur le diabète pancréatique. — Le chien auquel on a enlevé le pancréas devient diabétique : la proportion de sucre augmente considérablement dans le sang ; le sucre passe en abondance dans l'urine. Les physiologistes admettent généralement que la cause de ces accidents doit être recherchée dans la suppression d'une sécrétion interne du pancréas ; la démonstration n'en a toutefois pas été fournie d'une façon rigoureuse ; aussi publie-t-on de temps en temps le résultat de tentatives nouvelles destinées à fixer ce point.

Forschbach a pratiqué récemment la greffe siamoise de deux chiens dont l'un avait subi l'ablation du pancréas. Les deux animaux étant soudés par le flanc, le diabète du chien dépancréaté aurait été, au dire de cet expérimentateur, atténué ou même supprimé, comme si, grâce au mélange des sangs, une substance fabriquée chez le chien normal venait, chez le chien opéré, supprimer les effets de l'ablation du pancréas.

M. E. Hédon vient de faire des expériences présentant une certaine analogie avec celles de Forschbach[1]. Prenant deux chiens, dont l'un a subi l'ablation du pancréas et manifesté les symptômes d'un diabète typique, et dont l'autre est normal, il pratique la communication vasculaire entre eux par réunion croisée des carotides, de telle sorte que les sangs des deux chiens sont constamment mélangés. En opérant ainsi, il a pu constater que, chez le chien sans pancréas, le sucre urinaire tombe de 7 °/₀ à 3 et finalement à 2 °/₀ ; le chien normal présente, par contre, une glycosurie d'ailleurs moins forte (0,5 à 1 °/₀ de sucre urinaire). Le sang du chien dépancréaté contient, après quelques heures de circulation mixte, 0,26 °/₀ de sucre ; le sang de l'autre chien en contient 0,20 °/₀. Quand on cesse de pratiquer la circulation croisée, la glycosurie remonte très vite chez le dépancréaté, qui continue à vivre avec un diabète aussi intense que dans les conditions ordinaires ; le chien normal cesse aussitôt d'être glycosurique.

M. E. Hédon a encore opéré de la façon suivante : Unissant par les carotides deux chiens, l'un normal, l'autre porteur d'une greffe sous-cutanée de la queue du pancréas, le reste de la glande ayant été enlevé, il constate que l'ablation de cette greffe entraîne l'apparition de la glycosurie très rapidement chez les deux chiens ; sept heures après l'ablation de la greffe, l'urine du chien normal contenait 0,66 °/₀ de sucre, l'urine du chien dépancréaté en contenait 2,3° ...

M. E. Hédon ne présente pas encore d'interprétation des faits observés par lui. Ces faits sont intéressants, toutefois, en eux-mêmes, et aussi parce qu'ils fournissent un nouvel exemple de l'usage qu'on peut faire de l'ingénieuse méthode des circulations croisées.

[1] *Bulletin de la Société nationale d'Acclimatation*, t. LVI, p. 66 et suiv., février 1909.

[1] *C. R. Soc. de Biologie*, 1er mai 1909, p. 699-701.

LA PUBLICATION DES ŒUVRES DE PIERRE CURIE

La Société française de Physique vient de publier, réunies en un beau volume[1], les Œuvres de Pierre Curie. De tous les hommages qu'on pouvait rendre à un grand savant comme lui, c'est sans doute le seul qui aurait eu son agrément. Si on lui avait dit qu'un jour on publierait ses œuvres complètes, il aurait, j'imagine, pensé aussitôt tout simplement que la publication de ce livre dispenserait plus tard les travailleurs d'une peine inutile : celle qui consiste à rechercher dans des périodiques variés, peu répandus parfois, tel Mémoire qu'on a besoin de consulter. Mais le livre qui vient de paraître n'a pas seulement cette utilité, très réelle. Il s'ouvre par une Préface, écrite par Mme Curie, qui éclaire en quelque sorte le beau portrait placé en frontispice, et qui fait revivre l'homme en même temps que le savant. Chez Pierre Curie, les plus hautes qualités de l'un et de l'autre se trouvaient réunies : si ceux qui l'ont connu ont ressenti un chagrin si profond en apprenant sa mort, c'est qu'ils comprenaient bien la double perte que subissait la Science française. Ce n'était pas seulement le physicien qui disparaissait au moment où les moyens d'action qui lui avaient été si longtemps trop étroitement mesurés, allaient lui permettre de poursuivre toutes ses découvertes ; c'était un homme dont la haute influence morale s'exerçait de plus en plus profonde, dans un cercle qui s'agrandissait chaque jour. D'où venait cette influence, cet ascendant plutôt? Il venait d'abord de ce que les succès et la gloire qu'il rencontra sans les avoir jamais cherchés étaient dus uniquement au travail, à ces vingt-cinq années qu'il avait passées au laboratoire, étranger à toute coterie, détestant l'intrigue et la réclame, toujours prêt à s'effacer devant ses amis ou même ses rivaux. Mais il y avait, à cet ascendant, une autre raison. Mme Curie nous la donne : « De caractère éminemment droit, loyal envers lui-même et envers les autres, il s'efforçait en toute circonstance de conformer ses actes à ses opinions. Il était convaincu que la conduite qui consiste à être toujours d'accord avec un idéal moral élevé, en écartant tout compromis et toute diplomatie compliquée, est précisément la conduite la plus raisonnable et la plus utile au point de vue social. Il lui a souvent fallu un réel courage pour se maintenir au niveau de cette conception. Toutefois, sa fermeté presque intransigeante ne devenait jamais blessante ; elle s'alliait, par une association rare, à une grande douceur de caractère ; il ne s'y mêlait ni âpreté ni amour-propre et tout froissement était ainsi exclu. Ce fonds de douceur, joint à une grande bienveillance, lui assurait la sympathie de ceux qui avaient l'occasion de l'approcher et l'affection » de quiconque « se trouvait souvent en rapport avec lui. »

Tous ceux qui lui avaient voué cette respectueuse affection souscrivent à ce jugement ; ils sont très reconnaissants à Mme Curie, comme ils l'ont été déjà à M. Langevin[1], d'avoir, en retraçant la vie et les travaux de Curie, bien mis en lumière tous les enseignements qu'on peut en tirer, et de continuer ainsi son action bienfaisante.

I

Les savants qui se sont chargés de préparer et de surveiller l'impression de ce volume d'environ 600 pages se sont acquittés avec grand soin de cette tâche[2]. On a évité les doubles emplois, classé les Mémoires méthodiquement, corrigé bon nombre d'erreurs d'impression qui avaient échappé lors de la première édition. De plus, le livre renferme des choses peu connues ou même entièrement inédites. Curie ne se pressait pas de publier : il lui importait peu qu'un autre le devançât; il aurait même préféré de beaucoup cela à une publication trop hâtive. Aussi lui est-il arrivé souvent de s'occuper pendant longtemps d'une question, non sans résultats intéressants, et de n'en rien faire paraître.

Mme Curie nous donne à ce sujet des renseignements précieux ; elle signale notamment divers essais qui avaient abouti à un résultat négatif, ou bien que Curie n'avait pas poussés assez loin pour les publier. D'autre part, il lui arrivait souvent, en ce qui concerne les appareils qu'il a imaginés, de se borner à donner aux constructeurs les renseignements qu'il avait recueillis en les étudiant lui-même : la partie de l'ouvrage où on les a rassemblés, et à laquelle M. Chéneveau, un des collaborateurs de Curie, a apporté tous ses soins, peut être considérée comme entièrement nouvelle.

[1] *Œuvres de Pierre Curie*, publiées par les soins de la Société française de Physique. 1 vol. gr. in-8° de XXII-621 pages, avec de nombreuses figures, un portrait en héliogravure et deux planches. Gauthier-Villars. Paris, 1908.

[1] Langevin : *Revue du Mois*, t. II, p. 5, juillet 1906.

[2] L'ouvrage a été préparé sous la direction de MM. Abraham, Secrétaire général de la Société, et P. Langevin. MM. Chéneveau et Sève ont collaboré à ce travail et se sont chargés de la correction des épreuves. M. Sève me signale une légère faute d'impression qui a subsisté, et que j'indique, bien qu'elle soit trop visible pour être grave : Page 173, il faut lire a et non α dans le second membre des équations 12 et 14. Les courbes de ce Mémoire n'ont pas été reproduites photographiquement.

Aussi la publication de ce livre rend-elle un très grand service à tous les physiciens, et la lecture attentive doit en être vivement conseillée aux jeunes chercheurs : Curie se montre toujours singulièrement suggestif, même dans les parties de son œuvre qui n'ont pas encore suffisamment attiré l'attention, où il s'agit de questions qui ne sont pas actuellement à la mode. Il y a certainement plusieurs de ses Mémoires qui, en étant ainsi, dans ce volume, mis en lumière, pourront produire tout leur effet utile.

C'est de cette partie moins connue de l'œuvre de Curie que je voudrais surtout dire quelques mots : je passerai donc plus rapidement sur ceux de ses Mémoires qui sont déjà classiques en quelque sorte. Aussi bien, il est inutile que j'insiste ici sur les recherches de M. et Mme Curie touchant la Radio-activité. Les lecteurs de cette *Revue*, qui ont lu récemment la très belle étude de M. Debierne[1], savent comment se sont enchaînées ces découvertes surprenantes. Quand on relit ensuite les travaux que Curie a écrits sur ce sujet, pour la plupart en collaboration, et qui forment près du tiers du volume, on est frappé de la netteté et de la prudence à la fois avec lesquelles sont énoncées les conclusions. Les diverses interprétations possibles, même les plus hardies, ont été pourtant émises dès le début : c'est ainsi que M. et Mme Curie ont envisagé l'hypothèse d'une transformation de l'atome dès que l'origine atomique du phénomène eut été établie, avant même la découverte du radium. Mais jamais, par la suite, Curie ne cède à cette tendance qui fait trop souvent attribuer plus d'importance aux faits qui paraissent favorables à une hypothèse particulière. Même quand cette hypothèse semble se montrer à la fois plus séduisante et plus féconde, elle est toujours examinée d'une façon impartiale. Il est particulièrement intéressant, à ce point de vue, de relire les travaux sur la radio-activité induite, de voir comment Curie, qui avait le premier observé ces phénomènes et montré qu'ils donnent aux physiciens une nouvelle méthode de mesure absolue du temps, se rallie peu à peu à l'hypothèse, émise par Rutherford, de l'émanation du radium, puis apporte lui-même une contribution très importante à l'étude de ces transformations successives, où l'on caractérise, en quelque sorte, une substance par le temps qu'elle met à disparaître.

Un Mémoire de Curie qu'on peut aussi considérer comme classique est sa Thèse de doctorat sur les propriétés magnétiques des corps à diverses températures. Malgré tout le temps et toute la peine qu'il avait consacrés à ces expériences particulièrement difficiles, Curie disait que ce travail n'était qu'une première investigation; il insiste à chaque instant dans la rédaction sur tout ce qui restait à faire. Depuis que Du Bois, dans son Rapport au Congrès de Physique de 1900, soulignait l'importance du travail de Curie, et aussi montrait à son tour toute l'étendue de ce vaste champ d'investigation, ont paru les recherches théoriques de Langevin sur le diamagnétisme et le paramagnétisme, puis l'ensemble des travaux de Weiss sur les substances ferromagnétiques. Les uns et les autres dérivent directement du travail de Curie. Dans ce Mémoire encore, on remarque le soin avec lequel l'auteur énonce, dans ses conclusions finales, les faits qui lui paraissent bien établis, sans laisser dans l'ombre ceux qui semblent constituer des exceptions. A la fin de son travail, Curie insiste sur le passage graduel qui transforme les substances ferromagnétiques, lorsque la température s'élève, en substances paramagnétiques; mais, quand il parle des substances diamagnétiques, pour lesquelles il trouve en général un coefficient indépendant de la température, il prend soin de rappeler les changements remarquables que présentent, au contraire, le bismuth et l'antimoine[1]. En agissant ainsi, Curie ne se conformait pas seulement à son idéal constant de sincérité; en signalant celles de ses expériences qui devaient être reprises, il traçait la voie pour des progrès futurs.

II

Les travaux sur la symétrie et sur les propriétés des cristaux constituent, dès à présent, un ensemble très important. Mais qui sait quelles découvertes aurait pu faire Curie dans ce domaine, auquel il était revenu pendant les dernières années de sa vie? Il aurait, sans doute, en tout cas remis à la mode, par son enseignement et ses recherches, les études de Physique cristalline, qu'il regrettait de voir négligées en France. Mme Curie nous fait espérer qu'elle pourra publier un jour le livre qu'il préparait sur la théorie des grandeurs dirigées et ses applications à la Physique cristalline, dont une partie était, au moment de la mort de Curie, complètement rédigée.

Les Mémoires qu'il a publiés dans le *Bulletin de la Société Minéralogique* et dans le *Journal de Physique* contiennent déjà, sous une forme concise, quelques-uns des résultats de ses longues réflexions sur ces sujets. Ce qui rend ces résultats particuliè-

[1] Debierne : L'état actuel de nos connaissances sur la Radio-activité. *Revue générale des Sciences*, tome XIX, p. 691 et 730, 15 et 30 sept. 1908.

[1] Il est, je crois, intéressant de rapprocher ces cas, où des corps diamagnétiques (cristallisés) ont des propriétés variant notablement avec la température, des observations si curieuses, oubliées un peu, je crois, de Faraday, sur la variation rapide qu'éprouve, avec la température, le couple subi dans un champ magnétique par un rhomboèdre de spath d'Islande bien pur.

rement importants, c'est l'étendue de leur domaine d'application. Le point de vue très élevé où se place Curie fait que ses conclusions peuvent intéresser, non seulement les cristallographes, mais aussi les physiciens, et même les chimistes, comme l'auteur le dit expressément, faisant allusion, je pense, aux conceptions stéréochimiques.

Dans les premiers Mémoires, Curie envisage, d'une manière générale, un système, limité ou non, de points, qui ne sont pas nécessairement des points mathématiques, et auxquels on peut attribuer des propriétés physiques variées.

Supposons que cet ensemble de points soit *en ordre*. On peut se poser d'abord la question de savoir s'il y a dans ce système différentes parties qui sont la répétition les unes des autres : d'où le Mémoire où Curie classe les différents systèmes d'après leurs *répétitions*; ce classement peut se faire sans qu'on ait à se préoccuper de la nature des qualités dont sont doués les points. « Tout repose sur cette remarque de Bravais : que telle répétition, résultant de tel déplacement indifférent du système, entraîne toute une série d'autres déplacements indifférents et de nouvelles répétitions; la nature de ce qui se répète n'intervient pas dans les démonstrations. »

Le même système est ensuite envisagé dans un second Mémoire à un second point de vue : cette fois, il faudra prendre garde à la nature des propriétés physiques supposées. A côté d'un système donné, on peut en considérer un second jouissant des propriétés suivantes : Chacun de ses points correspond à un point du premier, les distances des points correspondants sont les mêmes, toutes les grandeurs sont les mêmes, les dispositions relatives des diverses parties définies avec des repères pris dans le système sont les mêmes, et pourtant les deux systèmes ne sont pas, en général, identiques et ne peuvent se superposer. Ces deux systèmes sont définis complètement avec les mêmes données analytiques par rapport à un ensemble de trois axes rectangulaires, l'un *droit*, l'autre *gauche*. Les transformations par lesquelles on peut passer d'un système au système symétrique sont appelées transformations symétriques. Curie démontre que toute transformation symétrique d'un système limité peut être effectuée en prenant l'image du système par rapport à un certain plan, puis en faisant tourner cette image d'un certain angle autour d'une normale au plan.

Lorsqu'un système est identique à son symétrique, on dit qu'il est lui-même symétrique. Curie étudie les transformations symétriques « *indifférentes* » qui reproduisent le système, établit leurs relations avec les axes de répétition et montre qu'à côté des plans de symétrie habituelle, il faut introduire la notion de *plan de symétrie alterne*. Il peut alors donner une classification complète des différents types de symétrie. Cette classification n'a pas seulement l'intérêt d'être plus complète et plus harmonieuse que celles qui l'avaient précédée : elle offre le grand intérêt que, les points du système que Curie considère étant doués de propriétés physiques, en particulier de propriétés physiques *dirigées*, il est ainsi conduit à étudier, au point de vue de la symétrie, les propriétés des divers agents physiques eux-mêmes, à chercher, par exemple, les caractères que présente à ce point de vue un milieu non cristallisé où existe un champ électrostatique, un champ magnétique, etc., et à examiner les conséquences qui en dérivent.

Les règles qu'il a données à ce sujet sont tellement simples qu'on peut s'étonner qu'elles n'aient pas été formulées plus tôt : il faut être surpris davantage qu'elles n'aient pas rendu encore, à la fois dans l'enseignement et dans la recherche, les services que Curie en attendait. Aussi n'est-il pas inutile de rappeler ici ces remarques :

« Lorsque certaines causes produisent certains effets, les éléments de symétrie des causes doivent se retrouver dans les effets produits. Lorsque certains effets révèlent une certaine dissymétrie, cette dissymétrie doit se retrouver dans les causes qui leur ont donné naissance. La réciproque de ces deux propositions n'est pas vraie, au moins pratiquement, c'est-à-dire que les effets produits peuvent être plus symétriques que les causes. Certaines causes de dissymétrie peuvent ne pas avoir d'action sur certains phénomènes, ou du moins avoir une action trop faible pour être appréciée, ce qui revient pratiquement au même que si l'action n'existait pas » (p. 127).

Les premières propositions, ajoutait Curie (p. 141), conduisent à des conclusions fermes, mais négatives. « Elles répondent à la proposition incontestablement vraie : *Il n'y a pas d'effets sans causes.* Les effets, ce sont les phénomènes qui nécessitent toujours, pour se produire, une certaine dissymétrie. Si cette dissymétrie n'existe pas, le phénomène est impossible. Ceci nous empêche souvent de nous égarer à la recherche de phénomènes irréalisables. »

Or, il n'est pas difficile de trouver des cas où, même dans des travaux récents, ces remarques si simples ont été méconnues. En veut-on un exemple? On s'est parfois demandé si des poussières en suspension dans un liquide ou un gaz sont métalliques ou non. Différents physiciens ont pensé, pour résoudre le problème, à utiliser les propriétés de la réflexion métallique. Mais ils ont alors analysé (avec un quart d'onde et un nicol, par exemple) la lumière renvoyée par le milieu troublé, sans prendre garde que, si le faisceau incident n'est pas polarisé

rectilignement, on ne peut pas s'attendre à observer une polarisation elliptique de sens déterminé, un rayon elliptique droit, par exemple, plutôt qu'un rayon gauche. Lorsque le faisceau incident est naturel, tout est symétrique par rapport au plan d'incidence. C'est donc parce qu'on oubliait les remarques de Curie que telles recherches faites, par exemple, pour trouver la preuve de l'existence de poussières métalliques dans l'atmosphère du Soleil, ne pouvaient pas du tout donner la réponse cherchée.

Ce ne sont pas seulement des conclusions négatives de ce genre que l'on tire des études sur la symétrie. « Elles permettent encore d'énoncer une deuxième sorte de conclusions, celles-ci de nature positive, mais qui n'offrent pas la même certitude dans les résultats. Elles correspondent à la proposition incontestablement vraie : *Il n'est pas de causes sans effets*. Les effets, ce sont les phénomènes qui peuvent naître dans un milieu possédant une certaine dissymétrie : on a là des indications précieuses pour la découverte de nouveaux phénomènes; mais les prévisions ne sont pas des prévisions précises comme celles de la Thermodynamique. On n'a aucune idée de l'ordre de grandeur des phénomènes prévus; on n'a même qu'une idée imparfaite de leur nature exacte. Cette dernière remarque montre qu'il faut se garder de tirer une conclusion absolue d'une expérience négative. »

De ces phénomènes nouveaux, que l'on peut être conduit à rechercher par cette voie, il en est sur lesquels Curie a lui-même attiré l'attention. Je citerai notamment ses essais sur la conductibilité magnétique et le magnétisme libre (p. 143); ses projets d'expériences sur la séparation des mélanges inactifs par compensation à l'aide de champs électrique et magnétique associés. Nous avons appris récemment[1], par M. Ch.-E. Guye, qui a entrepris précisément des expériences sur ce sujet, que Curie n'avait pas renoncé à ses projets. Pour d'autres expériences, suggérées de la même manière, nous ne savons pas s'il avait réfléchi à leur réalisation : par exemple, s'il a recherché la polarisation électrique d'un corps doué du pouvoir rotatoire placé dans un champ magnétique, ou encore la polarisation magnétique du même corps placé dans un champ électrostatique (p. 136).

Ce qui prouve bien que de telles suggestions pourront un jour se montrer fécondes, c'est le beau travail dans lequel, avec son frère Jacques Curie, il a découvert et étudié les phénomènes piézoélectriques.

Mme Curie nous apprend, en effet, que, bien qu'elles n'aient été publiées que beaucoup plus tard, les réflexions sur la symétrie avaient précédé en fait cette découverte, et qu'elles avaient indiqué, *a priori*, aux deux jeunes physiciens dans quels cristaux hémièdres on peut rechercher une électrisation provoquée par des actions mécaniques. Dans tous ces cristaux, qui comprennent non seulement les cristaux pyroélectriques, mais d'autres encore comme le quartz, la blende, etc., le phénomène prévu a, en effet, été observé et étudié méthodiquement. D'abord, les observations qualitatives mettent en évidence, dans tous les corps étudiés, une relation simple entre la forme cristalline et le signe des charges développées : c'est toujours[1] sur l'extrémité pointue du cristal que l'électricité positive apparaît par compression, comme si, dans l'hypothèse admise par Curie (p. 19) de la polarisation des molécules, le signe des charges de celles-ci était en relation avec leur forme. D'autre part, les mesures quantitatives sur le quartz et la tourmaline permettent d'établir avec rigueur les lois numériques du phénomène, de le mesurer en valeur absolue, de fournir aux physiciens un nouvel instrument précieux : le quartz piézoélectrique. Enfin le phénomène inverse, la déformation électrique du quartz, prévu par M. Lippmann, en partant des principes de la conservation de l'énergie et de l'électricité, est à son tour mis en évidence par des expériences particulièrement ingénieuses : lui aussi est soumis à des mesures, lui aussi est utilisé à la construction d'un instrument nouveau : un électromètre à bilame de quartz.

On voit par là combien on doit regretter que la mort de Curie l'ait empêché de poursuivre ces recherches sur les cristaux auxquelles il n'avait cessé de penser.

Les projets de Curie, dans cette direction, étaient nombreux : il avait en vue, notamment, des recherches sur l'absorption de la lumière dans les cristaux et sa variation avec la température, des recherches sur la conductibilité, pour lesquelles il avait indiqué lui-même l'emploi possible de méthodes nouvelles, inspirées par l'étude du phénomène de Hall, etc. Une question au sujet de laquelle il avait déjà poursuivi des expériences est celle de l'accroissement des cristaux et de l'étendue de leurs diverses faces. Les lois de la Cristallographie régissent,

[1] C.-E. Guye : *Journal de Chimie physique*, février 1909. Dans le même numéro, j'ai, de mon côté, l'occasion, en rapportant des essais faits pour effectuer cette séparation avec la lumière polarisée circulairement, de signaler un autre cas où le travail de Curie avait passé inaperçu, alors qu'il aurait abrégé considérablement de longues recherches.

[1] Je ne sais si on a fait depuis de nouvelles vérifications de cette relation remarquable. Il serait intéressant d'étudier à ce point de vue les beaux cristaux de silicomolybdates et de silicotungstates signalés par M. Copaux et qui ressemblent tant au quartz. (Voir *Annales de Ch. et de Ph.*, tome VII, 1906, et *Comptes Rendus*, mars 1909.)

comme on sait, l'orientation de ces faces, mais ne nous disent rien sur leur importance relative, alors que les observations montrent immédiatement que les diverses faces sont très inégalement développées. Dans une Note à la Société Minéralogique (reproduite p. 153), Curie montre qu'en laissant de côté des effets tout à fait minimes, dus par exemple à la pesanteur, la forme la plus stable sera celle pour laquelle la somme des énergies à la surface de séparation sera la plus petite possible. A chaque espèce de face doit correspondre, au contact de la solution saturée, une constante capillaire distincte[1], car, s'il en était autrement, le cristal, dans son eau-mère, tendrait à prendre la forme sphérique. Partant de là, on peut indiquer *a priori*, en supposant connues les valeurs de ces constantes capillaires, le rapport qui devra exister entre la base et la hauteur d'un cristal quadratique, ou encore les valeurs limites en dehors desquelles un cristal sera cubique, octaédrique, ou prendra la forme d'un cubooctaèdre parfaitement défini. Plus tard, des expériences inédites sur l'accroissement des cristaux lui avaient montré que la vitesse d'accroissement n'est pas la même pour les diverses faces, alors que leur solubilité est la même (p. XIV).

Il faut souhaiter que ces études de Physique cristalline soient reprises par d'autres. Les expériences sur la matière à l'état cristallisé sont plus compliquées que celles qu'on fait sur les corps isotropes : l'étude d'une propriété quelconque doit, en effet, être faite successivement dans diverses directions. En revanche, comme on peut admettre (dans les cas les plus simples au moins) que, dans un cristal, toutes les molécules sont orientées de la même manière, les recherches de Physique cristalline nous permettent de préciser davantage l'idée qu'on doit se faire des molécules elles-mêmes.

III

Je signalerai, en terminant, les indications précieuses que nous trouvons dans ce volume sur les instruments de Curie. Il a consacré à l'étude et à la construction de ces appareils une grande partie de son temps. « Il y avait là, dit Mme Curie, une forme d'activité directe et pratique à laquelle il se livrait avec un véritable plaisir et où il a souvent fait preuve de l'originalité de son esprit. »

Ces appareils sont nombreux; ils ne sont pas tous suffisamment connus. On ne sait pas assez, par exemple, que c'est dans le premier travail de Curie, fait avec Desains, que l'on a appliqué pour la première fois les *réseaux de fils* (ou même de bonnes toiles métalliques du commerce) à des mesures de longueur d'onde dans le spectre infrarouge. Beaucoup de physiciens, qui avaient suivi les beaux travaux effectués depuis en Allemagne sur cette exploration de l'infrarouge, n'ont eu connaissance de ce travail qu'au moment où Rubens, en 1900, en résumant dans son Rapport les progrès accomplis, signalait la première application de cet appareil. Connaît-on aussi suffisamment le *dynamomètre optique de transmission*, où l'on utilise d'une façon ingénieuse les propriétés des lames demi-onde, et où l'on ramène à une mesure polarimétrique la détermination de l'angle dont se tord un tube de cuivre rouge servant d'arbre de transmission? Le *quartz piézoélectrique*, grâce aux travaux de radio-activité, est maintenant plus connu : je me souviens qu'en 1900, parlant des propriétés du radium devant cet auditoire exceptionnel qui remplissait l'amphithéâtre du Muséum, et au premier rang duquel on voyait Lord Kelvin, Curie a profité de l'occasion pour faire, disait-il en souriant, un peu de réclame à cet appareil déjà ancien. Il ne faut pas oublier, en effet, qu'il peut être utilisé dans tous les cas où l'on veut produire, d'une manière sûre et simple, une quantité d'électricité connue en valeur absolue, et que c'est en valeur absolue aussi qu'il permet de mesurer les courants faibles. Les appareils fondés sur la réversibilité des phénomènes piézoélectriques sont moins connus, et pourtant *l'électromètre à bilame de quartz*, le *manomètre piézoélectrique* peuvent rendre des services. Bien qu'on ait, depuis que Curie comparait ce dernier appareil au manomètre optique (p. 43), beaucoup perfectionné les méthodes optiques de mesure des biréfringences, qui sont maintenant au moins cent fois plus sensibles qu'à cette époque, c'est encore l'appareil de Curie qui paraît le plus sensible pour des recherches de cette nature.

Ce sont encore les recherches sur la radio-activité qui ont contribué à répandre, sous ses formes successives, *l'électromètre* de Curie. On a reproduit avec raison, dans le volume, l'article où M. Ledeboer a décrit très clairement cet appareil et son mode d'emploi, et où l'on retrouve les indications précieuses fournies par Curie : on peut y voir avec quel soin il étudiait les détails pratiques de fonctionnement, qu'il ne jugeait pas du tout indignes de son effort, et qui sont parfois intéressants en eux-mêmes[1].

[1] Plus tard, M. Brillouin a envisagé, pour *une même face*, des tensions superficielles distinctes *pour les diverses directions*. (Tensions superficielles et formes cristallines. Domaine d'action moléculaire. *Ann. de Ch. et de Ph.*, t. VII, p. 540, 1895.)

[1] Par exemple, Curie remarque que les miroirs en verre argenté très mince que lui taillait Werlein pour ses électromètres semblent varier; il étudie la question et trouve que c'est l'humidité de l'air qui agit sur la face argentée, si bien qu'on pouvait se servir du miroir comme hygro-

La Note inédite sur la *Balance* constitue le sommaire d'une excellente manipulation : l'étudiant qui l'aura faite aura une idée nette, pour les avoir lui-même mesurées, des diverses quantités qui interviennent dans le fonctionnement d'une balance de précision, non seulement de la distance du centre de gravité à l'axe, de la longueur et de la masse du fléau, etc., mais aussi de l'amortissement, de la grande importance de celui-ci pour la rapidité des mesures, parfois si précieuse.

Les avantages des instruments amortis n'ont échappé à aucun de ceux qui s'en sont servis, mais c'est à Curie que l'on doit d'avoir montré qu'il y a une manière méthodique d'arriver, sans de longs tâtonnements, à déterminer un amortissement qui convient mieux que les autres. Il a même donné des tables et des courbes qui dispensent d'avoir à refaire, dans chaque cas particulier, les calculs nécessaires. Dans son *Etude sur les mouvements amortis*, il discute, en effet, numériquement, d'une façon complète, sans perdre de vue les diverses applications pratiques, cette équation différentielle du second ordre à coefficients constants qui intervient non seulement lors du problème du retour au zéro d'un équipage amorti, mais qui régit aussi le mouvement de l'électricité dans le circuit de décharge d'un condensateur. Le mode de réduction qu'il applique à cette équation, et qui fait que la discussion numérique est applicable à ces différents cas, est analogue à celui qui a permis à Van der Waals de comprendre dans une formule unique les propriétés fondamentales de tous les fluides. On n'a pas, je crois, pris assez garde aux remarques de Curie (p. 218) sur l'importance que peuvent avoir ces *équations réduites*. Cette importance n'était pas seulement pour lui d'ordre pratique : il pensait que cette méthode pouvait être généralisée encore et adaptée à une relation physique ou mécanique quelconque.

IV

On voit, je l'espère, que la publication des Œuvres de Curie méritait d'être signalée d'une façon particulière aux lecteurs de la *Revue générale des Sciences*. Les quelques exemples que j'ai essayé de donner suffisent à montrer combien ces œuvres ont été déjà suggestives, mais combien aussi elles pourront l'être encore à l'avenir. La haute idée que se faisait Curie de la publication scientifique et son absolu désintéressement l'ont empêché d'écrire davantage. On ne peut que le regretter vivement. Mais cette brièveté et cette discrétion, de la part d'un savant comme lui, constituent, elles aussi, une leçon. A une époque où le flot des périodiques monte sans cesse, où l'on publie souvent d'une façon trop hâtive, où l'on se laisse parfois aller à écrire pour soi-même ou contre quelqu'un, sans profit véritable pour la science elle-même, il faut souhaiter qu'au moment de publier un travail on se pose toujours cette question : Qu'en penserait Curie?

A. Cotton,
Chargé de cours à l'Université de Paris
(Ecole Normale supérieure).

LES EXPÉRIENCES RÉCENTES
SUR LE TRAITEMENT ÉLECTRO-THERMIQUE DES MINERAIS DE FER

On se souvient qu'en décembre 1903, le Gouvernement canadien avait formé une Commission chargée d'enquêter au sujet des différents procédés électrothermiques de traitement du fer et de fabrication de l'acier en usage en Europe.

Les résultats du voyage que fit cette Commission dans nos pays ont été publiés en 1904.

La Commission n'avait pu assister à des expériences d'extraction qu'aux établissements de M. P. Héroult, à La Praz, et à ceux de MM. Keller, Leleux et Cie, à Livet; les premières, celles de M. Héroult, n'avaient pour but que de montrer la possibilité de fondre les minerais, et il ne fut pas donné de chiffres concernant la production, la consommation, etc.

Les expériences de MM. Keller, Leleux et Cie furent plus complètes et se poursuivirent durant plusieurs jours, pendant lesquels deux essais furent faits dans deux fours, de même construction d'ailleurs. Toutefois, le minerai employé fut une hématite poreuse, contenant 3,21 °/₀ de manganèse et seulement 0,02 °/₀ de soufre, facilement réduite et désulfurée par conséquent.

D'autre part, la consommation d'énergie ne put être exactement fixée; dans le premier essai, elle fut de 0,475 cheval-an par tonne de fonte, ce qui correspondait à une production de 5,769 tonnes

mètre (p. 575). Boys, dans ses mesures sur la constante de l'attraction, signalait ici même un fait analogue (*Revue générale des Sciences*, 1897, t. VIII, p. 53) : un miroir verni changeait de rayon de courbure dans une atmosphère d'hydrogène.

par 1.000 chevaux-jour; dans le second cas, elle atteignit 0,226 cheval-an par tonne de produit, correspondant à une production de 12,12 tonnes par 1.000 chevaux-jour.

La différence entre les deux rendements était si grande que M. F. W. Harbord, le métallurgiste de la Commission, se crut contraint de prendre pour base de ses estimations une valeur moyenne de 0,350 cheval-an, correspondant à une production de 7,827 tonnes par 1.000 chevaux-jour.

Avant qu'une appréciation fondée pût être énoncée quant à la possibilité du procédé électro-thermique pour le traitement des minerais canadiens, il restait, en conséquence, à établir avec plus d'exactitude la quantité d'énergie consommée par tonne de produit et à reconnaître aussi la consommation d'électrodes; il convenait, d'ailleurs, d'être fixé au sujet de points d'un intérêt capital, non envisagés ou insuffisamment élucidés dans les expériences de Livet, et les délégués du Gouvernement se posèrent les questions suivantes :

1° Tout d'abord la magnétite, le minerai principal du Canada, qui est quelque peu conductrice du courant électrique, peut-elle être traitée économiquement par le procédé électro-thermique?

2° Des minerais de fer à teneur comparativement forte en soufre, mais ne contenant pas de manganèse, peuvent-ils être transformés en fonte commerciale?

3° Les expériences faites à Livet en substituant le charbon de bois au coke ayant échoué, peut-on modifier le four de façon à pouvoir employer le premier combustible?

La solution de ces différentes questions avait une grande importance pour qu'on pût se faire une idée sur l'introduction du procédé électro-thermique comme méthode commerciale dans certaines provinces qui ne peuvent produire de coke métallurgique, mais qui sont riches en forces hydrauliques et possèdent de grands dépôts de minerai.

La dernière était particulièrement importante pour ce qui concerne le Canada, parce que le charbon de bois et le coke de tourbe y constituent des produits nationaux, tandis que le coke de houille métallurgique est pour plusieurs des provinces un produit d'importation.

Il fut, en conséquence, décidé d'étudier ces questions expérimentalement, et une somme de 75.000 francs fut mise à la disposition du Service des Mines pour procéder à ces recherches.

C'est dans ces conditions qu'un arrangement fut conclu avec M. P. Héroult, de La Praz, lequel s'était offert pour construire le four et les appareils nécessaires aux expériences.

Celles-ci eurent lieu en 1906; le Rapport officiel de M. Haanel, superintendant des Mines du Canada, chargé de les présider, a été publié l'an passé; l'article ci-après en est la traduction presque intégrale[1]; il nous a paru intéressant de donner cette analyse détaillée d'un travail que son étendue et sa précision rendront sans aucun doute classique en électro-métallurgie.

I. — Généralités.

§ 1. — Situation et description de l'installation.

Les essais ont eu lieu dans un bâtiment mis à la disposition des expérimentateurs par la *Lake Superior Corporation*, qui a fourni également le courant. Le bâtiment comprenait sept locaux.

La matière brute était déversée des charrettes soit sur le toit de la chambre du four à chaux, soit directement dans des huches *ad hoc* ménagées dans l'une des petites salles du bâtiment.

Dans la grande salle contiguë étaient installés un moteur actionnant un petit broyeur Gates et un élévateur transportant la charge dans une huche placée dans la salle du four.

Le premier four construit par le Dr Héroult (fig. 1) se composait d'une carcasse de fonte A de 4 millimètres d'épaisseur, boulonnée sur un bâti B de fonte également, de 122 centimètres de diamètre.

Cette carcasse était en deux parties, renforcées par des cornières et boulonnées ensemble, de façon à faciliter les réparations, la partie inférieure ayant 94 centimètres de hauteur et la supérieure 122.

Pour rendre l'inductance aussi faible que possible, on avait fait en sorte que les lignes de force magnétiques ne pussent se fermer dans ladite carcasse, en remplaçant la fonte, sur une bande verticale de 25 centimètres de largeur, par une plaque de cuivre. Des tiges de fer C furent d'abord fondues sur le fond de façon à assurer un bon contact avec la pâte de charbon tassée dans la partie inférieure du four.

Dans un prolongement du bâti, un cylindre de cuivre O était introduit, prenant contact avec un bloc d'aluminium P dans lequel étaient soudés les câbles R, d'aluminium également, constituant les conducteurs d'alimentation. Ce bloc était maintenu contre le cylindre au moyen d'un boulon S, comme on le voit sur la figure 1.

Le fond du creuset et les parois étaient en pâte de charbon D, le revêtement de la partie supérieure en briques réfractaires E.

Les électrodes employées étaient des électrodes fabriquées par le procédé Héroult et importées de

[1] Pour la partie constituant le compte rendu des essais en question.

Le Rapport de M. Haanel forme une brochure de 149 pages et comprend, outre le compte rendu reproduit ci-après, la description de divers types de fours ou de perfectionnements soumis au Gouvernement canadien.

Suède; elles étaient de section transversale prismatiques, à coins coupés, de 40,6 × 40,6 cm. et de 1m,825 de longueur.

L'une des extrémités s'adaptait dans un sabot

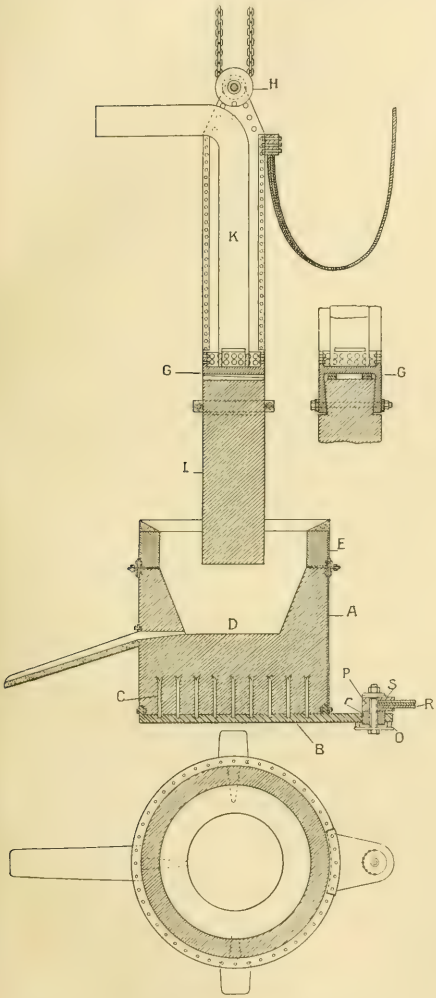


Fig. 1. — *Premier four construit par M. Héroult à Sault-Sainte-Marie.* — A, B, bâti de fonte; C, tiges de fer; D, pâte de charbon; E, briques réfractaires; O, cylindre de cuivre; P, bloc d'aluminium; R, câble électrique; S, boulon; G, sabot d'acier; I, électrode; K, conduite d'air; H, poulie.

d'acier G où elle était maintenue au moyen de coins. Ce soulier d'acier était rivé à quatre plaques de cuivre, dont deux étaient renforcées au sommet au moyen de plaques d'acier et portaient une poulie H. Une conduite K, placée dans le porte-électrode, servait à donner un courant d'air pour refroidir cette pièce. On espérait qu'avec ce mode de construction, on pourrait faire descendre l'électrode dans le fond jusqu'à ce qu'elle fût à peu près complètement brûlée, de façon que la partie perdue fût très courte.

Le fourneau était surmonté d'une charpente formée de deux poutres en I pourvues de rails légers et d'un truck mobile portant deux poulies.

L'électrode était suspendue au truck par une chaîne passant sous la poulie du porte-charbon et sur les poulies du truck et dont une extrémité était fixée au mur, l'autre passant sur un cabestan actionné au moyen d'une vis sans fin et d'une roue d'engrenages. Ce système de réglage a été reconnu très pratique. Pour renouveler l'électrode, on déplaçait le truck vers l'avant du four; les câbles de connexion étaient de longueur suffisante pour permettre ce déplacement.

§ 2. — Équipement électrique.

L'énergie électrique était fournie par l'une des phases d'un alternateur triphasé de 400 kw. à 30 périodes sous 2.400 volts, actionné par courroie par un moteur de 300 chevaux à courant continu; le groupe était placé à quelque distance du bâtiment où se trouvait le four, dans l'usine génératrice de la Compagnie du lac Supérieur.

Le courant passait dans un transformateur à huile, de 225 kw., qui en abaissait la tension de manière à donner 50 volts au four. Ce transformateur était placé dans une chambre séparée, à proximité du four, dans le bâtiment contenant celui-ci.

Du transformateur, le courant était conduit à la plaque formant le bâti du four et au porte-charbon par des conducteurs formés chacun de 30 câbles d'aluminium de 1mm,5 de diamètre.

Un tableau portait les appareils de mesure voulus : un voltmètre, un ampèremètre, un indicateur de facteur de puissance et un wattmètre enregistreur; ces appareils étaient des instruments de la *Westinghouse Electric and Manufacturing Company*; un voltmètre de la *Keystone Electric Company*, pouvant mesurer de 10 à 80 volts, servait au contrôle; dans la suite, le voltmètre et l'ampèremètre ont été déplacés et montés sur le pied même de l'appareil de réglage de l'électrode, pour faciliter l'opération ; le wattmètre, endommagé, ayant dû être renvoyé à l'usine, ne fut pas réparé en temps voulu; les autres appareils furent l'objet d'un contrôle spécial par un expert de la Westinghouse, venu spécialement à Sault-Sainte-Marie aux fins de cette vérification et qui fixa le facteur de puissance de l'installation à 0,919.

C'est cette valeur qui a servi pour tous les calculs de la puissance consommée.

§ 3. — **Programme des expériences.**

Les expériences étaient conduites de la façon suivante. La matière brute était d'abord passée au broyeur, qui la réduisait en fragments de 1,8 centimètre et moins; il eût été désirable de disposer d'un appareil donnant des morceaux moins menus, mais on n'en avait pas sous la main.

Le minerai, le charbon et le fondant étaient pesés, mélangés à la main, et chargés sur l'élévateur, puis dans le four, à la main. On notait le nombre de charges introduites. De trente en trente minutes, on prenait note des lectures aux appareils de mesure. Il était prélevé pour l'analyse un échantillon de chaque coulée et de chaque laitier.

Le service du four était fait par brigades de trois hommes; il y avait, de plus, quelques ouvriers s'occupant de la préparation et du transport des matières brutes et du produit.

Les expériences ont été dirigées d'abord par M. Héroult, puis, après l'arrivée de M. Haanel, en grande partie par ce dernier.

Quand le four put être mis en service continu, la surveillance fut organisée par brigades placées successivement sous la responsabilité de MM. R. Turnbull et J. Sejournet, ingénieurs de M. Héroult; B. F. Haanel et E. Nystrom, du Service des Mines canadien.

Les minerais traités ont été les suivants :

1. Hématite (de Negaunee);
2. Magnétite, de la mine de Wilbur, Ont. (Wil. Caldwell).
3. Magnétite, de la mine Blairton, Ont. (Pierce et Cie, Marmora, Ont.).
4. Magnétite, de la Calabogie Mining Co (J. G. Campbell, Perth, Ont.).
5. Magnétite, de la Calabogie Mining Co (J. G. Campbell, Perth, Ont.).
6. Magnétite, de la Calabogie Mining Co (T. B. Caldwell, Lanark, Ont.).
7. Pyrrhotine grillée de la Lake Superior Corporation.
8. Minerai titanifère de Québec (J. G. Scott, Québec).

§ 4. — **Expériences préliminaires.**

On procéda d'abord à quelques expériences préliminaires, à l'effet de régler la capacité du four sur la quantité d'énergie disponible et pour déterminer la forme à donner intérieurement à l'appareil. La partie inférieure du four se trouvant en place, on donna le courant pour essayer les contacts et l'installation en général.

On employa d'abord une faible intensité, afin de sécher la pâte carbonifère; ce courant fut maintenu pendant vingt-quatre heures. On chargea alors le four et on lui donna un courant plus intense. Toutefois, un échauffement considérable du contact inférieur ayant été constaté, on coupa le courant et l'on interrompit le fonctionnement du four. Pour améliorer le contact, on pratiqua, entre le cuivre et le fer, des trous r (fig. 1) que l'on emplit d'aluminium fondu. On mit alors en place la partie supérieure du four; on donna le courant et, sept jours après l'allumage, on procéda à la première charge.

Le four fonctionna bien d'abord pendant quelque temps; mais de l'air sous pression y ayant été insufflé par une conduite, la combustion devint très vive, la résistance diminua fortement et, l'électrode levée, un arc s'établit entre elle et la couche supérieure de la charge, ce qui provoqua la fusion de la matière du four même.

La température développée par la combustion de l'oxyde de carbone était telle que la charge dans la partie supérieure du four devenait visqueuse, et ne descendait plus, ce à quoi on ne pouvait malheureusement remédier en piquant le feu, l'espace n'étant pas suffisant entre l'électrode et la paroi.

En outre, le contact de l'électrode avec son support n'était pas satisfaisant; on y remédia en cerclant le sabot d'acier d'un anneau de serrage. Malgré cette modification, il fallut ajourner l'expérience d'utilisation du carbone dans le four et celui-ci fut modifié en réduisant de moitié la hauteur de la partie supérieure.

Quelques jours plus tard, une expérience fut faite pour produire du ferro-nickel au moyen de la pyrrhotine grillée. Le contact de la plaque de fond n'étant pas encore satisfaisant, on le modifia à nouveau; on enleva le cylindre de cuivre et on le remplaça par une nouvelle pièce pourvue d'un rebord à sa partie supérieure; des trous pratiqués dans ce rebord et dans la plaque formant le bâti du four furent remplis d'aluminium; ce contact n'était pas encore parfait et occasionnait une chute de tension de 1/2 à 1 volt; il a néanmoins été maintenu pour les expériences subséquentes.

II. — Compte rendu des essais.

Dix-neuf séries d'essais ont été opérées, dans un espace de trois mois approximativement; les neuf premières expériences ont porté sur le traitement de l'hématite; les quatre suivantes, sur la magnétite de Wilbur; l'essai 14, sur la magnétite de Calabogie; on a essayé enfin la pyrrhotine grillée et un minerai de fer titanifère.

Les premières opérations furent quelque peu laborieuses.

On avait débuté en employant comme réducteur

des briquettes à 80 °/₀ de coke et 20 °/₀ d'argile réfractaire, fabriquées mécaniquement et concassées pour l'usage dans le four électrique; l'abondance du poussier rendant toutefois le fonctionne-

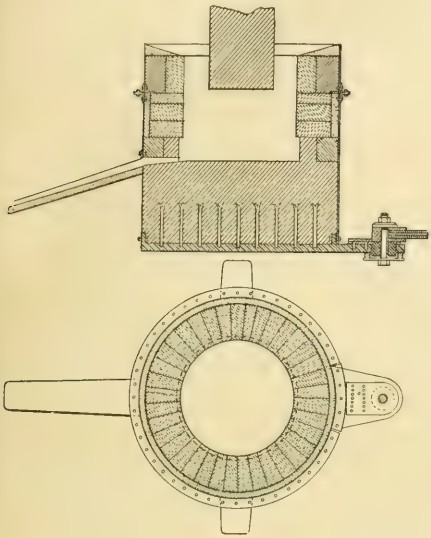


Fig. 2. — *Four Héroult expérimenté à Sault-Sainte-Marie pour le traitement de l'hématite.*

ment assez pénible, il fut décidé, dès le troisième essai, d'expérimenter l'emploi du coke.

Bien que le four eût en même temps été modifié par la suppression de la garniture de charbon sur les parois, et cela afin d'éviter que le courant se distribuât dans tout le creuset, les résultats obtenus avec ce nouveau réducteur furent plutôt défavorables : la charge avait une conductibilité trop grande et, d'un autre côté, il n'était pas possible de réduire la tension à la valeur qu'il aurait fallu.

On revint en conséquence, pour les essais 5 à 10, aux briquettes de coke, le four étant rendu intérieurement cylindrique (fig. 2) pour faciliter la descente de la charge que l'on avait antérieurement constatée assez visqueuse et adhérente; pour empêcher l'attaque des briques par le laitier, un revêtement de quatre pouces d'épaisseur, en pâte de charbon tassée, avait de plus été façonné.

Les essais 6, 7 et 8, exécutés avec le four ainsi approprié, marchèrent sans encombre.

A la neuvième expérience, il fut décidé de faire une tentative d'utilisation de l'oxyde de carbone produit par la réaction; à cette fin, une conduite servant de tuyère fut introduite dans le four à 0m,30 du sommet; mais l'épreuve dut être bientôt abandonnée, la chaleur produite par la combustion étant beaucoup trop forte pour les dimensions de l'appareil.

Les essais 10 et 11, avec usage de poussier de coke et de briquettes, réussirent bien; à partir de l'essai n° 12, il ne fut plus fait emploi, comme réducteur, que de charbon de bois; la résistance des charges, avec ce réducteur, convenait bien pour le courant disponible et le four fonctionna dès ce moment d'une manière parfaite.

On n'y apporta plus, d'ailleurs, de modification, sauf, cependant, à partir de l'expérience n° 13, un léger rétrécissement de la partie inférieure du creuset et un élargissement, peu notable, de la partie supérieure; la hauteur fut aussi quelque peu accrue; on constitua, en outre, le revêtement par des briques réfractaires ordinaires, les trous de coulée et de vidange étant garnis de pâte de charbon (fig. 3).

Comme fondant, il a été fait usage, pour les essais 1 à 9, 11 et 14 à 19, de calcaire, et pour les essais 10, 12 et 13, de sable; on a aussi utilisé, en

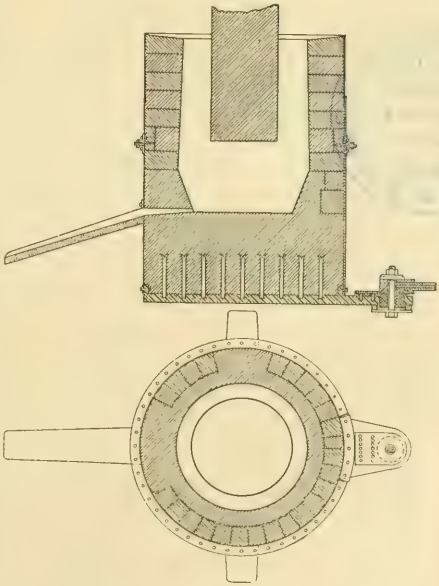


Fig. 3. — *Four Héroult expérimenté à Sault-Sainte-Marie pour le traitement de la magnétite.*

ordre subsidiaire, du quartz (essais 16 et 17) et du spath (essai 19).

Le tableau I ci-contre résume les résultats des mesures auxquelles il a été procédé d'une façon régulière au cours des essais.

TABLEAU I. — *Résultats d'essais.*

Essai N°.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Durée totale de l'essai.	33 h. 10'	12 h. 37'	1 h. 40'	2 h. 30'	7 h. 45'	6 h. 40	—	—	—	17 h. 50	3 h. 20'	5 h. 55'	61 h. 25'	64 h. 30'	—	—	—	—	—
Durée effective de l'essai	33 h.	12 h.	1 h. 40'	2 h. 30'	7 h. 25'	6 h. 40	23 h. 40	60 h. 25'	—	17 h.	3 h.	5 h.	61 h.	64 h.	23 h. 50' / 16 h. 45'	38 h. 20'	43 h. 5	56 h. 20'	—
Volts moyens aux bornes.	40.3	36.36	36.5	37.17	39.06	38	38.18	37.97	—	37	39.57	38.6	35.70	35.88	36.29 / 35.77	36.34	36.75	36.12	—
Facteur de puissance	0.919	0.919	0.919	0.919	0.919	0.919	0.919	0.919	—	0.919	0.919	0.919	0.919	0.919	0.919 / 0.919	0.919	0.919	0.919	—
Ampères moyens aux bornes.	4.250	4.342	4.500	4.583	4.742	4.690	4.643	4.812	—	5.000	5.000	5.000	5.000	4.985	5.000 / 4.979	4.993	5.000	5.000	—
Watts moyens	157.103	145.111	150.945	156.555	159.782	163.784	162.923	167.912	—	170.015	181.824	177.367	164.042	164.374	166.752 / 163.673	166.748	168.866	165.971	—
Quantité de fonte produite	1.484 l.	1.625 l.	264 l.	391 l.	1.115 l.	1.456 l.	4.006 l.	1.130 l.	—	3.195 l.	762 l.	1.328 l.	12858 l.	11865 l.	4.520 l. / 2.722 l.	7.150 l.	8.303 l.	7.336 l.	—
Chevaux électriques	211	194.51	202.34	209.85	214.18	219.53	218.40	225.08	—	227.90	243.73	237.75	219.89	220.34	223.52 / 219.40	223.52	226.36	222.48	—
Production par 1.000 ch.-jour.	71.727	84.944	90.375	89.944	88.421	89.653	90.299	90.822	—	94.435	111.256	111.256	111.424	110.018	109.483 / 98.208	109.014	109.217	71.024	—
Cheval-an. par tonne de fonte.	0.334	0.328	0.292	0.306	0.321	0.310	0.294	0.279	—	0.290	0.243	0.243	0.239	0.273	0.269 / 0.297	0.273	0.278	0.390	—
Rapport : laitier, fonte	0.866	0.620	—	—	0.516	—	—	—	—	—	—	—	—	—	— / —	—	—	—	—

Il n'est pas donné de chiffres pour l'expérience n° 9, qui a été arrêtée avant aucune opération pour les raisons précédemment indiquées, ni en ce qui concerne l'essai n° 19.

Ce dernier, effectué d'une façon très hâtive, parce que le délai prévu pour les expériences expirait, et avec un four qu'il eût fallu, pour bien faire, remettre en état, n'a pas non plus permis de mesure. Au point de vue métallurgique, il a néanmoins donné satisfaction.

III. — CONCLUSIONS.

Les conclusions du Rapport de M. Haanel peuvent se résumer brièvement ainsi qu'il suit :

§ 1. — Traitement de la magnétite.

Les difficultés que l'on craignait n'ont pas été éprouvées, du moins en employant le charbon de bois comme réducteur. On avait cru que la conductibilité de la magnétite aurait empêché l'effet calorifique de se concentrer dans la zone de fusion et que sa perméabilité augmenterait la self inductance du four. Il n'en a pas été ainsi.

Dans certains cas, toutefois, on a constaté une augmentation rapide de la conductibilité[1] au cours de l'opération ; l'installation ne permettait malheureusement pas d'abaisser le voltage, et l'on a parfois été obligé d'arrêter le four ; quand celui-ci n'était pas rempli de menu, on pouvait généralement remédier au défaut en y introduisant du minerai sans adjoindre de charbon ni de calcaire.

Bronn pense que cette augmentation provient de ce que, par le chauffage, le contact devient plus intime, par suite de la pression des gaz. Si cette hypothèse est exacte, on pourra, d'après M. Haanel, remédier à l'inconvénient ci-dessus, à condition que la charge soit suffisamment poreuse, en la chauffant préalablement, par exemple au moyen de l'oxyde de carbone provenant du four même.

Quand la teneur du minerai en magnésie est forte, ce qui était le cas pour les minerais expérimentés à l'exception de l'hématite et de la pyrrhotine, le laitier est peu fusible et forme rapidement, si l'énergie disponible n'est pas assez considérable pour maintenir la température, une croûte qui obstrue la chute de la matière et augmente la quantité de charbon nécessaire en en faisant brûler, sans effet utile, une partie dans le haut du fourneau.

L'installation employée à Sault-Sainte-Marie était peu parfaite; il était impossible d'avoir plus de 5.000 ampères à 35 ou 40 volts, de sorte qu'on pouvait rarement obtenir l'intensité la plus favorable.

[1] Ce phénomène a déjà été observé par J. Bronn : *Etz*, 1906, n° 9.

Néanmoins, il est dûment établi que *les minerais canadiens, la magnétite particulièrement, peuvent être traités dans le four électrique aussi économiquement que l'hématite; que l'on peut transformer des minerais contenant beaucoup de soufre en fonte n'en ayant que quelques centimillièmes, et que l'on peut régler à volonté la teneur en silicium.*

§ 2. — Traitement de la pyrrhotine. Production du ferro-nickel.

Le traitement de la pyrrhotine nickelifère grillée n'a fait l'objet que d'expériences assez restreintes; mais, après la conclusion de ces expériences, le four Héroult et ses accessoires ont été acquis par la *Lake Superior Corporation* qui les a employés à la fabrication du ferro-nickel, en en laissant entièrement le service aux ouvriers qui avaient été chargés de desservir le four pendant les expériences de MM. Haanel et Héroult.

L'appareil a fonctionné avec une régularité parfaite; l'électrode ne demande pour ainsi dire aucune surveillance, et le produit obtenu est de qualité uniforme et excellente.

On peut donc dire que *cette application est immédiatement réalisable en pratique.* M. E. A. Sjöstedt, métallurgiste en chef de la *Lake Superior Power Company*, a signalé qu'après avoir apporté au four quelques modifications de détail, notamment dans le support de l'électrode, il a pu obtenir d'une façon régulière, par jour, 2.700 livres de ferro-nickel à 0,01 °/₀ de S et 5 — 11 °/₀ de Ni.

Le traitement a été changé dans la suite en modifiant la quantité de chaux employée.

Au 1er août 1906, l'installation avait déjà fourni 168 tonnes de ferro-nickel.

Sur une période de cent quinze jours de service régulier, on a obtenu 154 tonnes, avec une tension moyenne de 38 volts, un courant de 4.800 ampères, la production étant de 5,96 tonnes par 1.000 ch.-jours.

On a employé par tonne de produit :

2 tonnes de minerai (pyrrhotine grillée contenant 2 °/₀ de S);

1.500 livres de calcaire;

1.200 livres de charbon de bois;

40 livres d'électrode.

On peut donc produire avec la pyrrhotine grillée un ferro-nickel ne contenant pas de soufre et de très bonne qualité.

§ 3. — Traitement des minerais titanifères.

Une expérience faite au moyen de minerais contenant 17,82 °/₀ d'acide titanique, et qui a donné de la fonte de bonne qualité, a établi que *l'on peut traiter électrothermiquement avec succès des minerais contenant jusqu'à 5 °/₀ d'acide titanique.*

§ 4. — Emploi du charbon de bois comme réducteur.

Le charbon ne doit pas être mélangé au minerai et façonné avec celui-ci en briquettes; il est admirablement approprié au traitement électro-métallurgique et remplace des plus avantageusement les briquettes et le coke.

Les quantités de charbon de bois nécessaires dans les expériences ont été un peu élevées; mais cela provient de la qualité généralement très mauvaise du combustible utilisé, et surtout de ce que, séjournant trop longtemps à la partie supérieure du four, ce combustible s'y consumait inutilement. Il serait aisé d'éviter ce défaut.

En résumé : *On peut employer comme réducteur, sans avoir à le briquetter avec le minerai, du charbon de bois fabriqué au moyen de déchets de scieries, de bois inutilisable à d'autres usages, ou du coke de tourbe.*

§ 5. — Consommation d'électrodes.

L'électrode de 920 livres dont il a été question a permis de travailler deux cent cinquante heures quarante-cinq minutes, pendant lesquelles il a été produit 37.863 livres de fonte grise et 4.848 de fonte blanche, soit au total 42.711 livres.

Elle aurait pu être utilisée davantage. De plus, sa partie supérieure, qui n'était pas protégée, aurait pu être mise à l'abri et ne pas être consumée comme elle l'a été.

A la fin des opérations prémentionnées, il restait de cette électrode 472 livres, mais la partie réellement brûlée dans le four n'est que 381,26 livres, *soit, par tonne de fonte produite, une consommation de 17,85 livres.*

§ 6. — Fonctionnement.

Il a été constaté que le four fonctionne le mieux quand la température est très élevée à proximité de l'électrode et qu'à ce point de vue *la formation d'une couche de laitier calcaire, peu fusible, contenant du carbure de calcium, sur les parois du creuset, est des plus favorables, en empêchant les dérivations de courant.*

§ 7. — Construction à adopter.

La plus grande capacité que l'on puisse actuellement réaliser est de 2.000 chevaux[1].

Un four de cette capacité, pour être commercial, devrait être construit en tenant compte des indications suivantes :

1° La partie supérieure devrait être modifiée de manière à permettre le chargement mécanique;

2° Il faudrait faire en sorte que le charbon de

[1] On a monté un four de cette capacité à Baird (California).

bois fût protégé dans la zone supérieure du four et qu'on pût recueillir l'oxyde de carbone pour l'utiliser au chauffage;

3° L'électrode devrait être réglée mécaniquement;

4° Le four devrait être assez élevé pour permettre l'utilisation de l'oxyde de carbone, et l'électrode placée dans une cheminée latérale alimentée par le corps principal;

5° Pour éviter les dérivations de courant et assurer l'obtention d'une bonne densité de courant à proximité de l'électrode, les parois du creuset doivent être formées de briques de magnésie ou de silice, le fond seul étant en communication électrique avec le bâti;

6° La capacité du creuset doit être strictement proportionnée à la puissance disponible.

M. Haanel a conçu, en partant des considérations ci-dessus, un four à double cheminée qu'il a fait récemment breveter et dont un croquis est donné à la figure 4.

§ 8. — Qualité des produits fabriqués.

Il est bien connu que les hauts fourneaux produisant du cyanure de potassium ne donnent qu'une qualité inférieure de fer.

La formation du cyanure est due à l'action de l'azote de l'air sur le laitier basique; la combinaison de l'azote avec le fer produit un nitrure de fer qui rend la fonte cassante.

Ce fait, qui n'a été reconnu que récemment, permet de se rendre compte de la supériorité de la qualité des produits obtenus dans les fours électriques; il explique ce qu'on n'avait pu comprendre antérieurement, que des fontes puissent être cassantes bien que ne contenant que peu de soufre et de phosphore; *dans le four électrique, tant pour la fabrication de l'acier que du fer, l'azote est exclu du contact avec le métal.*

§ 9. — Comparaison entre le four électrique et le haut fourneau.

La tendance des métallurgistes est d'augmenter la capacité des hauts fourneaux jusqu'à 600-800 tonnes. Il semble toutefois que la dimension la plus économique corresponde à une hauteur de 27 mètres. Déjà, avec cette dimension, il y a des inconvénients :

1° Prix de première installation très élevé;

2° Coût élevé des machines de chargement;

3° Grand dommage résultant, éventuellement, de la destruction du four;

4° Difficulté des réparations, très onéreuses;

5° Nécessité de charpentes compliquées et dangereuses;

6° Pertes considérables occasionnées par une mauvaise composition de la charge; impossibilité de les corriger rapidement.

Néanmoins, le haut fourneau peut être considéré comme une machine parfaite.

Quelle sera, dès lors, la valeur du four électrique si, dès à présent, alors qu'il ne compte que quelques années d'âge, il arrive à pouvoir entrer

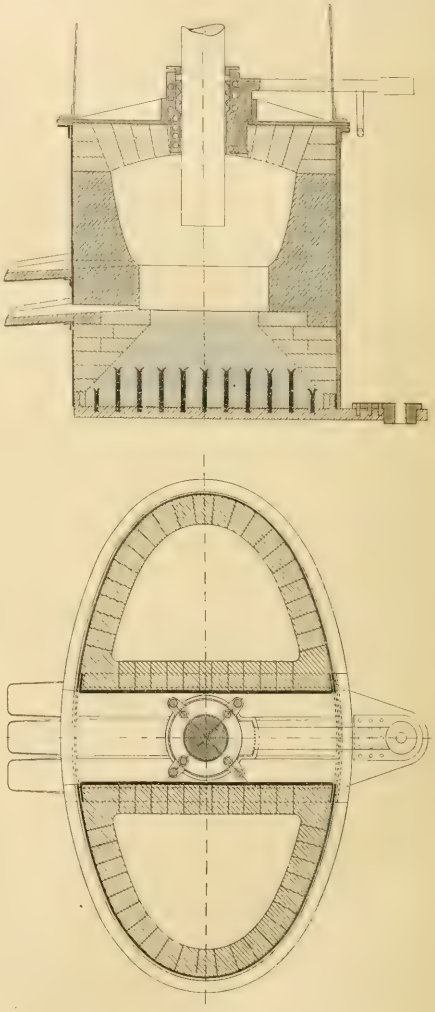


Fig. 4. — *Four Héroult-Haanel.*

en compétition avec le haut fourneau quand de l'énergie électrique à bas prix est disponible? Dès maintenant, il possède les avantages suivants :

1° Prix de première installation peu élevé;

2° Absence de machine de chargement encombrante;

3° Dommage occasionné par les interruptions peu important;

4° Réparations faciles et peu coûteuses;

5° Charpentes sans complications sérieuses;

6° Résultats d'une erreur de charge restreints au minimum;

7° Contrôle de la température parfait dans la zone de réduction et de fusion.

A la différence des installations de hauts fourneaux, celles de fours électriques comporteront plusieurs petites unités; l'arrêt accidentel de l'un des appareils n'occasionnera qu'un chômage partiel, et il y sera facilement remédié parce que l'appareil endommagé, étant de dimensions restreintes, sera promptement refroidi.

§ 10. — Remarques générales.

1° L'énorme portée des remarquables résultats de ces expériences est évidente : beaucoup de magnétites du Canada contiennent trop de soufre pour pouvoir être traitées dans le haut fourneau et ont dû, pour cette raison, rester sans emploi.

Le four électrique permet d'obtenir une fonte supérieure, même en partant d'un minerai contenant jusqu'à 1,5 °/₀ de soufre; le haut fourneau ne permet pas de traiter des minerais à plus de 1 °/₀.

2° Les forces hydrauliques que l'on pourrait utiliser pour l'électrosidérurgie au Canada sont nombreuses; dans les provinces d'Ontario et de Québec, il en est plusieurs qui se trouvent au centre de dépôts miniers et qui sont mal situées pour d'autres applications; beaucoup pourront donner le cheval-an à 4,50 ou 6 dollars.

A ce prix, et avec la faible consommation d'électrode, le bon marché du minerai nécessaire, la qualité exceptionnelle du produit, l'extraction électrique des minerais canadiens dans des fours convenablement construits et moyennant l'emploi, comme réducteur, de charbon de bois, ou de coke de tourbe, fabriqué avec la tourbe dont le Canada a d'énormes dépôts, *l'extraction électrique est certainement commercialement réalisable.*

3° Il ne reste plus actuellement qu'à combiner des installations d'une capacité convenable, 100-150 tonnes par jour, avec les machines de service voulues. Il est certain que, de même que cela a eu lieu avec les hauts fourneaux, l'expérience améliorera encore le procédé; *le temps est proche, sans doute, où l'on saura récupérer et employer l'oxyde de carbone, que l'on perd actuellement et dont l'utilisation augmentera le rendement de 1/4.*

Quand ce résultat sera atteint, le four électrique pourra entrer en compétition avec le haut fourneau, même là où le coke serait meilleur marché que dans les provinces d'Ontario et de Québec.

4° D'autre part, on pourra installer les établissements métallurgiques aux mines mêmes, en alimentant celles-ci en électricité par des transmissions aériennes, de sorte qu'on économisera les frais de transport, n'ayant plus à véhiculer que des produits finis, au lieu de minerais.

5° L'introduction des procédés électrothermiques dans les pays qui ont de grands gisements de minerais de fer et qui possèdent des forces hydrauliques, mais qui n'ont pas de combustible métallurgique, aurait les conséquences suivantes :

a) Mise à profit de forces naturelles qui ne sont pas à présent susceptibles d'utilisation;

b) Utilisation de la tourbe et des déchets de bois, y compris la sciure, matières restées sans usage;

c) Libération de ces contrées de l'importation étrangère pour le coke métallurgique;

d) Possibilité de produire la fonte dont elles ont besoin;

e) Développement d'établissements métallurgiques exclusivement électriques.

§ 11. — Estimation du coût d'une installation de 10.000 chevaux, capable de produire 120 tonnes de fonte par 24 heures d'après M. Héroult :

Frais d'installation :

Fours, contacts, charpentes	122.500	»
Soutes, goulottes, élévateurs	70.000	»
Broyeurs	20.000	»
Régulateurs, etc	52.500	»
Instruments	7.000	»
Câbles conducteurs	42.000	»
Bâtiments	52.500	»
Mélangeurs	50.000	»
Grues roulantes et voies	25.000	»
Bascules	7.500	»
Wagonnets à laitier	15.000	»
Bacs à minerai	15.000	»
Atelier	25.000	»
Total	504.000	»
Installation pour la fabrication du charbon de bois	250.000	»
Usine génératrice	2.500.000	»
Total	3.254.000	»
Installation pour fabrication d'électrode	30.000	»
Imprévus	216.000	»
Total	3.500.000	»

Frais de production :

Amortissement 5 °/₀. Dépréciation 5 °/₀. Intérêts 5 °/₀. 15 °/₀	525.000	»
Soit par tonne (43.200 tonnes pour 360 jours)	12	15
Minerai (à 55 °/₀) à 7 fr. 50 la tonne	13	50
Charbon de bois (1/2 tonne) à 30 fr. la tonne	15	»
Energie électrique	12	15
Main-d'œuvre	5	»
Calcaire	1	»
Electrodes (18 livres)	1	80
Frais généraux	5	»
Total	65	60

H. Marchand,
Electricien-Chimiste.

REVUE ANNUELLE DE GÉOLOGIE

DEUXIÈME PARTIE

Nous terminons ici la revue des récents travaux de quelque importance en Géologie, revue que nous avons commencée dans un précédent article[1].

I. — Histoire stratigraphique et tectonique des Pyrénées orientales et centrales.

Dans le chapitre de notre précédente revue consacré à la géologie des Pyrénées françaises, nous avons brièvement résumé deux Notes de M. Léon Bertrand, chargé de cours de Géologie à la Faculté des Sciences de Paris, ayant trait : l'une aux charriages du versant nord de la chaîne entre la vallée de l'Ariège et le Roussillon, l'autre à l'allure des plis anciens dans les Pyrénées centrales et orientales.

Depuis lors, le même auteur a publié un remarquable Mémoire intitulé : « Contribution à l'histoire stratigraphique et tectonique des Pyrénées orientales et centrales »[2], Mémoire dans lequel il résume toutes les observations faites par lui depuis 1889, et groupe les faits signalés soit par ses devanciers, soit par les géologues qui s'occupent actuellement des régions voisines du massif pyrénéen.

Ce travail jette un jour nouveau sur des questions très discutées ; il a droit à tous les éloges de ceux qu'intéresse le problème si captivant de la structure de ces chaînes de montagne.

La première partie du Mémoire a trait à la répartition géographique, aux relations statigraphiques et aux facies des terrains. Notre confrère arrive à les coordonner en zones longitudinales bien différenciées, ce qui — comme nous en exprimions le regret — ne ressortait pas suffisamment des travaux antérieurs[3]. Il distingue *une zone primaire centrale*, formée principalement par les terrains primaires, c'est-à-dire par un ensemble de couches ayant été affectées par les plissements hercyniens.

Au Nord de cette zone s'en trouve une seconde, qu'il désigne sous le nom de *zone nord-pyrénéenne*, dans laquelle les terrains primaires forment des massifs isolés disséminés au milieu des terrains secondaires. En partant de la Méditerranée et en se dirigeant vers l'Ouest, on trouve les massifs suivants : massif de l'Agly, massif du Saint-Barthélemy ou de la montagne de Tabe, massif des Trois-Seigneurs, massif de l'Arize, massif de la Forêt de Castillon ou du Cap de Bouirech, massif de Milhas, massif de la Barousse. Quant aux terrains primaires du massif du Mouthoumet, ils doivent être considérés comme se rattachant à la Montagne-Noire.

La bordure septentrionale de la zone centrale et la couverture des massifs primaires isolés de la zone nord-pyrénéenne sont formées par une série de terrains que l'auteur désigne sous le nom de « terrains secondaires », bien que débutant souvent par des Grès permiens. Pendant le Jurassique et le Crétacé, cette région était une dépendance du géosynclinal subalpin ou, tout au moins, doit être considérée comme un géosynclinal de second ordre, qui pourrait être appelé *géosynclinal nord-pyrénéen* des temps secondaires.

Au Sud de la zone centrale se développe une autre zone, désignée par M. Bertrand sous le nom de *bord pyrénéen méridional*. D'une façon générale, cette zone montre une lacune correspondant aux couches les mieux développées dans le géosynclinal du bord nord.

D'autre part, au Nord de la zone que nous avons appelée nord-pyrénéenne, s'en développe une autre présentant, au point de vue de ses couches secondaires et tertiaires, les plus grandes analogies avec la couverture méridionale de la zone primaire centrale.

Cette zone plus septentrionale formait le bord nord du « géosynclinal nord-pyrénéen » : les terrains secondaires et tertiaires qui s'y rencontrent n'ont pas participé aux mouvements tertiaires observés dans la zone nord-pyrénéenne. Ils ont servi de substratum à un chevauchement du bord de cette dernière zone vers le Nord, et c'est pour cette raison que notre confrère les attribue à une nouvelle zone : *la zone sous-pyrénéenne*. En outre, sous le chevauchement principal, une certaine partie du substratum a subi également un entraînement vers le Nord, pour chevaucher sur le reste de la région. Il y a là une sous-zone, la *nappe pré-pyrénéenne*, se rattachant à la région sous-pyrénéenne par ses caractères stratigraphiques.

En résumé, du Nord au Sud, nous trouvons les zones suivantes : I. Zone sous-pyrénéenne ayant comme sous-zone la nappe pré-pyrénéenne ; II. Zone

---

[1] Voir la *Revue* du 15 mai 1909, t. XX, p. 414 et suiv.

[2] *Bulletin des Services de la Carte géologique de France*, t. XVII, n° 118, 1908.

[3] Il est juste de dire que, dès 1892, MM. E. de Margerie et Fr. Schrader divisèrent la chaîne des Pyrénées en un certain nombre de zones qui, dans les grandes lignes, s'accordent assez bien avec celles de M. Bertrand (E. de Margerie et Fr. Schrader : Aperçu de la structure géologique des Pyrénées. *Annuaire Club Alpin*, Paris, 1892).

nord-pyrénéenne ; III. Zone primaire centrale ; IV. Bord pyrénéen méridional.

La seconde partie du Mémoire est consacrée à la Tectonique. L'exposé des faits correspond à deux problèmes bien distincts et est traité dans deux chapitres spéciaux.

Dans le premier, l'auteur se propose de démontrer « que *le bord septentrional des Pyrénées, au Nord de la zone primaire centrale, montre un régime de nappes empilées venues du Sud et, par suite, poussées vers le Nord* ». Dans le second, il s'occupe de la structure de la zone centrale et de sa bordure méridionale, en s'en tenant à l'allure générale des plis. Nous résumerons sommairement les considérations développées :

a) *Structure du bord septentrional des Pyrénées.* — Tous les terrains secondaires de la zone que nous avons appelée nord-pyrénéenne ont été affectés par des poussées dirigées du Sud vers le Nord, et n'ayant pas épargné les terrains primaires eux-mêmes. Ces terrains primaires ont été amenés à la base d'une nappe charriée, principalement formée par les terrains secondaires de leur couverture venue du Sud et actuellement séparés de leur racine.

M. L. Bertrand désigne par la lettre A la bordure secondaire régulière de la zone primaire centrale. Cette bordure se développe au-dessous d'une série secondaire qui est charriée et qu'il désigne par la lettre B. Le contact de ces séries secondaires A et B est manifestement une surface de charriage plongeant au Nord, et amenant la série B à reposer sur la couverture secondaire, au bord de la « zone centrale » (série A), ou même parfois sur les terrains primaires. Cette série B n'est pas enracinée. Elle résulte d'un phénomène *de translation superficielle* qui, dans certains cas, a pu se borner à un glissement de la couverture secondaire, tandis que, dans d'autres, il a été accompagné d'un paquet de terrains primaires arrachés à la partie supérieure de la zone, et charriés en même temps que les terrains secondaires qui les recouvraient.

D'autre part, en quelques points, des terrains primaires se montrent superposés à la nappe B. Il est donc nécessaire de distinguer une troisième nappe C. Cette nappe supérieure n'est pas seulement représentée par des couches primaires ; on y trouve aussi des terrains secondaires, mais se distinguant, le plus souvent, de ceux de la série B par l'absence de marmorisation.

Ces trois séries secondaires nord-pyrénéennes se distinguent nettement sur la feuille de Quillan, à l'Ouest de l'Aude et de l'Aiguette ; elles peuvent se suivre aussi bien vers l'Est que vers l'Ouest.

La nappe supérieure est très développée sur la feuille de Foix et jusque sur celle de Bagnères. Par contre, on n'en connaît pas de témoin à l'Est de la vallée de l'Aude. Depuis celle-ci jusqu'à la plaine de Roussillon, on ne trouve que les deux nappes inférieures.

Sur toute la feuille de Quillan, conclut l'auteur, « la région nord-pyrénéenne est un pays de nappes charriées vers le Nord, et résultant principalement d'un reploiement et d'un empilement de la couverture secondaire originelle de la zone primaire centrale en deux ou trois séries superposées ». Dans ces nappes ont été entraînés, sous forme de *lames*, des lambeaux de terrains primaires. Par suite, ces terrains n'ont aucun rapport avec la stratification des assises du même âge ayant été affectées par les mouvements hercyniens.

Abordant l'étude des nappes de charriage au Sud-Ouest de la feuille de Quillan, c'est-à-dire dans l'Ariège, la Haute-Garonne et les Hautes-Pyrénées, notre confrère a pu faire d'intéressantes observations. L'étude des environs de Tarascon-sur-Ariège lui a permis d'y distinguer diverses nappes et de formuler les assertions suivantes : 1° les massifs primaires du Saint-Barthélemy appartiennent à la nappe C ; 2° la bifurcation si singulière des terrains secondaires dans l'Ouest de la région s'explique par l'apparition d'un massif primaire (massif des Trois-Seigneurs), à la base de la nappe B ; 3° Les terrains de la nappe A se montrent aux environs de Tarascon, au-dessous de la nappe B ; 4° Les formations du Crétacé supérieur se montrent dans une *fenêtre*, à l'Ouest de Tarascon, se superposant aux terrains nord-pyrénéens, et appartenant à une série tectoniquement inférieure à la nappe A.

La plupart des terrains secondaires qui se rencontrent sur la feuille de Bagnères font partie de la nappe B. Cette manière de voir est confirmée par le caractère marmoréen que prennent assez souvent les calcaires, et par le développement corrélatif des intrusions de roches très basiques (lherzolites, ophites) vers le bord méridional de cette zone secondaire.

Sur la feuille de Tarbes, la seule ligne tectonique semblant bien établie, quant à la délimitation des nappes sur le bord septentrional, consiste dans « le chevauchement frontal nord-pyrénéen ». Ce chevauchement frontal se retrouve en bien des points de cette feuille ; il peut se suivre grâce aux déchirures de l'épais manteau des formations post-pyrénéennes, que l'on voit ensuite recouvrir ce bord des Pyrénées lorsqu'on se dirige vers l'Ouest.

b) *Structure de la zone centrale et de son bord méridional.* — Lorsqu'on examine l'allure en coupe des terrains primaires, on observe une tendance manifeste au déversement des plis les plus septentrionaux d'entre eux vers le Nord. On voit ce déversement cesser rapidement lorsqu'on quitte le bord de la zone centrale et qu'on se dirige vers le Sud.

On atteint alors une zone où, sur le trajet d'un même pli, le déversement devient variable. Plus au Sud, on observe exclusivement un régime de poussées vers le Sud, traduit par la structure imbriquée et le plongement isoclinal des couches vers le Nord. Les chevauchements sont de *vrais plis-failles*, profondément enracinés dans ces terrains primaires, et par suite ayant un régime différent de celui des charriages qui existent sur le bord septentrional, lesquels, comme nous l'avons vu, se sont surtout établis aux dépens de la couverture secondaire et sans s'enraciner dans les terrains primaires.

Ce régime de plis déversés au Sud est la règle pour les *terrains primaires* pyrénéens, lorsqu'ils n'ont pas été déformés ultérieurement. L'explication formulée par M. Léon Bertrand consiste à admettre que les plis hercyniens s'étant produits dans le géosynclinal pyrénéen après le Permien inférieur étaient déjà normalement déversés vers le Sud. Ce serait donc à un régime posthume, héritage du plissement des temps primaires, qu'il faudrait rapporter les chevauchements imbriqués passant à des nappes de charriage du type enraciné qui ont été signalées par de nombreux observateurs (MM. Bresson, Fournier, etc.).

La thèse soutenue par le savant professeur, c'est que le sens général des poussées tangentielles récentes dans les Pyrénées est vers le Nord, tandis que la disposition contraire observée dans les Pyrénées centrales résulterait d'une circonstance locale, qui serait la préexistence d'un déversement en sens inverse dans les terrains primaires.

Le Mémoire se termine par une esquisse de l'histoire géologique de la région étudiée. Aux temps primaires, nous dit l'auteur, l'emplacement de la chaîne était occupé par un géosynclinal pyrénéen, dans lequel la sédimentation se poursuit jusqu'au Permien inférieur. Ce géosynclinal fut fortement plissé, après le dépôt des assises de cette dernière formation, et antérieurement à celui des grès permo-triasiques. En effet, ceux-ci se rencontrent, le plus souvent, en discordance sur les couches primaires.

Jusqu'au milieu du Crétacé, la sédimentation des terrains secondaires s'effectue dans un géosynclinal nord-pyrénéen. Le dépôt de ces terrains fut interrompu par une lacune correspondant au Jurassique supérieur et au Crétacé inférieur. La série se termine par une épaisse masse de schistes d'âge albien.

Au Cénomanien se produisit une nouvelle phase orogénique; la région nord-pyrénéenne fut définitivement émergée, la mer étant rejetée plus au Nord, sur l'avant-pays septentrional. Au Crétacé supérieur, la transgression vers le Nord s'accentua, et à la fin du Lutétien eut lieu une autre phase, dont le début fut marqué par la production des « Poudingues de Palassou ». Des mouvements importants s'effectuèrent sur le bord septentrional, et c'est alors que se produisit la translation des nappes charriées de ce versant. La fin de la formation des nappes semblerait dater de la partie terminale de l'Oligocène inférieur (Stampien). La dernière phase orogénique se placerait donc à une époque sensiblement la même que celle ayant fait disparaître le géosynclinal nummulitique alpin.

L'histoire de la formation des Pyrénées, conclut notre confrère, « montre qu'elles se sont constituées par une série de phases orogéniques à peu près comparables dans leurs effets à celles des Alpes, mais non synchroniques. Si l'on cherche à les paralléliser, il faut vieillir notamment les diverses phases observées dans les Alpes pour en retrouver d'analogues dans les Pyrénées ».

II. — Tectonique de la chaîne de l'Arrabida (Portugal).

La géologie de la région portugaise est actuellement connue dans ses traits principaux, — pour ce qui a trait plus spécialement aux terrains secondaires, — grâce aux remarquables travaux d'un géologue suisse, M. Paul Choffat. Attaché au Service de la Carte géologique du Portugal, ce savant a publié en 1908[1] une intéressante étude sur une chaîne, la *Chaîne de l'Arrabida*, qui forme le bord méridional de la presqu'île de Setubal, s'étendant de Palmella au cap d'Espichel, suivant une direction générale de E. N. E. à O. S. O.

Cette chaîne, nous dit l'auteur, « présente tout un traité de géologie, autant par sa structure que par suite des nombreux changements de facies des strates qui la composent ». Toutefois, au point de vue de la stratigraphie paléontologique, l'étude de détail reste à faire. Il n'en est pas de même des problèmes relatifs à la structure, que M. Choffat a pu élucider complètement, malgré une complication extrême occasionnée par la présence de nombreuses dislocations transversales, ainsi que par le renversement et l'étirement des plis. Nous ne nous occuperons que de la partie du Mémoire traitant de ces dislocations.

La chaîne de l'Arrabida n'est que l'extrémité nord-est d'une chaîne beaucoup plus étendue qui s'est effondrée dans l'océan. Elle s'élève brusquement au-dessus du plateau pliocène, dont les points les plus élevés situés à son pied dépassent rarement 80 mètres, tandis que la chaîne a une altitude de 393 mètres vers son extrémité orientale (S. Luiz),

[1] P. Choffat : Essai sur la Tectonique de la chaîne de l'Arrabida. *Commission du Service géologique du Portugal*, Lisbonne, Imp. nat., 1908.

et présente son maximum (499 mètres) vers le milieu de sa longueur (Formosinho).

Considérée dans son ensemble, elle est formée par trois lignes d'anticlinaux orientées E. N. E., se succédant en retrait vers le Nord, lignes d'autant plus récentes qu'elles sont plus septentrionales.

La première ligne de dislocations s'étend du cap d'Espichel à Portinho. La partie la plus compliquée se trouve aux environs de Cezimbra, dont les dislocations comprennent deux accidents principaux : l'*anticlinal du château de Cezimbra* et le *monoclinal d'Ares*. Une faille limite ce dernier du côté de l'Ouest, et coupe obliquement le premier, qui ne la dépasse pas.

Ces deux accidents se réunissent à leur extrémité septentrionale, où ils sont coupés par une autre faille transversale (faille de Sant'Anna). Un certain nombre de dislocations transversales affectent encore l'anticlinal du château. Elle consistent en décrochements horizontaux, changement brusque dans la direction et l'inclinaison des bancs, affaissement des calcaires ptérocériens. Enfin, il faut signaler des intrusions de *teschénite*, surtout localisées dans les marnes de l'Infralias.

Les autres accidents appartenant encore à la première ligne de dislocations sont un horst transversal (Fort de Baralha), et quatre anticlinaux longitudinaux, réduits à leur flanc septentrional (Espichel, Burgao, Risco, Solitario), limités au Sud par l'Océan qui empêche d'en observer la base.

La deuxième ligne de dislocations, qui commence au Nord de l'extrémité orientale de la première, est formée par deux plis anticlinaux : l'*anticlinal de Formosinho* et l'*anticlinal du Viso*. L'axe de ce dernier empiète un peu sur l'extrémité Est de l'autre.

Le premier de ces plis est déjeté vers le Sud; le flanc septentrional présente une succession régulière de bancs, tandis que, par suite du renversement, le flanc sud montre des couches plongeant aussi vers le Nord. Comme cette inclinaison des couches renversées est la même que celle des couches normales, il semble, à première vue, qu'on ait à faire à une même série de strates.

Ce pli est affecté de nombreuses dislocations transversales. En premier lieu, c'est une déviation des couches vers le Sud, à l'extrémité orientale de la chaîne; en second lieu, se voient plusieurs petits décrochements horizontaux qui se montrent entre Outão et Alto-do-Picoto. A l'Est de ce dernier point s'observe un autre décrochement un peu plus important, et correspondant à peu près à la brisure du plateau d'Anixa, ainsi qu'à la déviation brusque de la ligne de faîte, vers le Sud-Ouest.

L'anticlinal du Viso offre un type spécial. Les flancs en sont très redressés, et une faille longitudinale fait disparaître le Bathonien du flanc septentrional; elle introduit un paquet de Néojurassique entre le « Lusitanien[1] » et les dolomies bajociennes.

La troisième ligne de dislocations est composée des anticlinaux de São Luiz, de Gaiteros et de l'écaille de Palmella. Elle est séparée des plissements de la seconde ligne par une grande bande crétacique et tertiaire, et est limitée vers le Nord par la branche septentrionale de cette même bande.

La montagne de São Luiz consiste en dolomies et calcaires s'élevant de 200 à 300 mètre au-dessus des terrains moins résistants qui les entourent. Une faille transversale la divise en deux parties distinctes, la partie occidentale étant plus élevée et plus abrupte que la partie orientale.

Le noyau du pli est formé par un complexe dolomitique présentant une forte inclinaison du côté méridional. La base en est constituée par le Sinémurien et par quelques pointements de marnes infraliasiques.

La colline de Gaiteros est constituée par un chapelet de dolomies liasiques, recouvert au Nord par un massif de conglomérats du Néojurassique, et reposant sur une bande de ces mêmes terrains. Ces trois bandes sont à plongement nord. Au pied de la bande inférieure se trouvent les couches miocènes souvent cachées par des éboulis ou du Pliocène.

Le contact de ce Miocène avec les terrains plus anciens, se demande l'auteur, est-il dû à une faille ou à un recouvrement? Cette seconde interprétation lui semble plus probable, l'avancement de la ligne reliant les extrémités des bancs dolomitiques de Fazendinha et de São Luiz indiquant bien un mouvement plus ou moins horizontal.

La colline de Palmella, comme la précédente dont elle est la continuation, est une voûte déjetée vers le Sud. Cette voûte présente la particularité d'être rasée presque horizontalement et recouverte par une « écaille » de Miocène, à bancs nettement inclinés vers le Nord.

La troisième ligne de dislocations est aussi affectée de nombreuses dislocations transversales. Elles sont surtout sensibles dans le noyau ancien, et l'on peut spécialement citer celle terminant le noyau de São Luiz, à ses deux extrémités, et aux deux tiers orientaux, en produisant un affaissement graduel vers l'axe.

Un profil schématique de la chaîne, ramené sur une ligne transversale, montre, du Sud au Nord, le pli effondré du littoral, auquel succèdent le pli déversé de Formosinho, le chevauchement de São Luiz et enfin celui de Palmella. L'étirement des

[1] M. Choffat appelle *Lusitanien* les dépôts inférieurs du Néojurassique correspondant à peu près au *Séquanien* et à l'*Oxfordien* des géologues français, le Callovien étant classé par lui dans le Mésojurassique.

strates et leur chevauchement sont d'autant plus accentués que les plis sont plus récents.

Pour terminer, M. Choffat se demande quelles sont les causes ayant amené la chaîne de l'Arrabida à présenter des plissements aussi accentués, pendant que les plis de la région mésozoïque au Nord du Tage ne sont que de faibles ondulations. « L'obstacle, dit-il, contre lequel se sont brisés les plis de l'Arrabida est actuellement recouvert par l'océan; mais il en reste des témoins dans les îlots dévoniens situés entre Palma et Santa Suzanna, entourés d'Oligocène et de Miocène redressés, et se trouvant sur le prolongement d'une ligne de hauteurs relatives, traversant la pénéplaine de l'Alemtejo jusqu'à Elvas. Peut-être y a-t-il une connexion entre cette ligne et la ligne de hauts fonds s'étendant entre cette partie de la côte et l'île de Madère. »

III. — Géologie du Maroc.

Bien qu'ayant été parcouru par de nombreux voyageurs, les géologues anglais Maw et Thomson, les géographes allemands von Fritsch, Rein, Theobald Fischer, etc., le Maroc était resté, jusqu'à ces dernières années, très peu connu au point de vue de sa constitution géologique. Aucune vue d'ensemble n'avait pu être émise, les données recueillies étant assez sommaires, souvent même fautives, ne s'appuyant sur aucune preuve paléontologique sérieuse.

En 1905, MM. A. Brives et P. Lemoine ont publié d'intéressants documents, principalement sur la partie de la contrée connue sous le nom de Bled Makhzen (Maroc occidental). M. Brives[1] a donné quelques renseignements sur la composition des couches crétacées dans la partie comprise à l'Ouest du méridien de Mazaghan, s'étendant dans les tribus de l'Abda, du Chiadma, de Mtouga des Haha, des Ida ou Tanan, jusque dans la vallée du Sous et au pourtour de l'Anti-Atlas. Les fossiles trouvés lui ont permis de diviser le Crétacé en deux séries : l'une inférieure (*Hoplites Boissieri* Pictet, *Ostrea Couloni* d'Orb., *O. Aquila* d'Orb.), correspondant au Crétacé inférieur, l'autre supérieure, caractérisée par l'*Acanthoceras Mantelli* Sow., l'*Ostrea flabellata* d'Orb., etc., correspondant au Crétacé moyen. De plus, il a fourni quelques indications, réunies sous forme d'itinéraires, ayant trait au Haut-Atlas marocain[2].

Quant à M. Lemoine[3], il n'a parcouru que le Bled Makhzen, mais il y a fait de nombreuses découvertes. La récolte d'Ammonites lui a permis d'affirmer la présence du Barrémien à *Pulchellia pulchella* d'Orb. sp. et de l'Aptien à *Hoplites* du gr. de *Hoplites consobrinus* d'Orb. et à *Crioceras* cf. *Waageni* Anthula. Ces niveaux n'avaient pas encore été reconnus dans ces régions.

En outre, il a signalé un beau gisement de fossiles cénomaniens sur les deux bords de l'Oued Tidsi, au Sud de Mogador. Il a été le premier à indiquer, au Djebel Habid, des couches appartenant au Jurassique, et à élucider la tectonique de cette chaîne qui présente un des exemples les plus curieux de ces dômes anticlinaux très aigus qui sont connus dans le reste de l'Afrique du Nord.

D'après ce savant, le phénomène de plissement se serait effectué sur le même emplacement et dans le même sens en deux phases, l'une postcrétacée et prépliocène, l'autre pliocène[1].

Toutefois, les résultats les plus importants, tant géologiques que topographiques, sont dus à M. Louis Gentil, maître de conférences à l'Université de Paris, auquel l'Académie des Sciences vient d'attribuer une partie du prix Gay.

Dans une première Mission annexée à celle de M. de Segonzac (1904-1905), il a fait quatre voyages dans l'espace de sept mois. Dans le Nord du Maroc, il s'est rendu de Tanger à Tétouan par l'Andjera et le Haouz, tandis que, dans le Haut-Atlas, il explorait ensuite le Sous, les Ida ou Tanan et le Massif du Siroua.

Il s'était d'abord proposé de s'occuper uniquement de géologie et de résoudre le problème de la structure de la chaîne de l'Altas; mais, traversant certaines contrées où aucun Européen n'avait encore pénétré, il dut s'improviser topographe et relever ses itinéraires par cheminement à la boussole. Les variations d'altitude furent notées à l'aide du baromètre métallique, tandis que les croquis et les notes étaient complétés par une série de plus de 500 photographies orientées et soigneusement repérées sur les carnets de marche[2].

Grâce aux documents ainsi recueillis, il a pu dresser une carte à $\frac{1}{250.000}$ de la région parcourue, où sont tracés ses itinéraires ainsi que les contours géologiques qu'il a recoupés. Cette carte fournit à nos connaissances de cette partie du Maroc, tant topographiques que géologiques, une contribution très importante. L'auteur a eu d'autant plus de mérite à recueillir les documents nécessaires à l'établir que ses voyages se sont effectués dans des conditions particulièrement difficiles. Traversant des tribus hostiles (« Bled es Siba »), il a dû

[1] A. Brives : Les terrains crétacés dans le Maroc occidental. *Bull. Soc. géol. de France*, 4e s., t. V, p. 81, 1905.

[2] A. Brives : Contribution à l'étude géologique de l'Atlas marocain. *Bull. Soc. géol. de France*, 4e s., t. V, p. 379, 1905.

[3] Paul Lemoine : Mission dans le Maroc occidental. Publication du Comité du Maroc, Paris, 1905.

[1] P. Lemoine : *Loc. cit.*, 180.

[2] Louis Gentil : Itinéraires dans le Haut-Atlas marocain. *La Géographie*, t. XVII, n° 3, p. 178 (15 mars 1908). *Loc. cit.*

prendre le vêtement indigène et ne se faire accompagner que d'un personnel restreint.

En 1906, il consacrait un ouvrage spécial au récit détaillé de ses voyages, ouvrage[1] couronné par l'Académie française, et auquel nous renvoyons ceux de nos lecteurs qui désireraient se faire une opinion exacte d'une contrée sur laquelle avaient régné jusqu'alors les idées les plus erronées.

Ces divers travaux lui ont permis d'essayer une synthèse de l'orographie du Maroc et de montrer les modifications à apporter aux cartes existantes, modifications qui ont trait à tout le Maroc occidental et, dans l'Est, à la région septentrionale de la zone frontière. En se dirigeant du Nord vers le Sud, on peut reconnaître quatre régions naturelles : la chaîne du Rif, la Méséta marocaine, le Haut-Atlas, l'Anti-Atlas.

La chaîne du Rif est en continuité avec la chaîne bétique, à travers le détroit de Gibraltar. Les observations stratigraphiques et tectoniques faites dans la partie occidentale de la chaîne marocaine, bordant la Méditerranée, sont concluantes à cet égard.

Cette chaîne offre un axe calcaire liasique et se poursuit à l'Ouest par ce que M. Gentil a appelé la la *Chaîne de l'Andjera*, laquelle aboutit au Djebel Mouça. De l'autre côté du détroit, le rocher de Gibraltar est le prolongement de cette arête liasique.

La région littorale s'étendant de Rabat à Safi peut être désignée sous le nom de *Méséta Marocaine*. Son substratum cristallin ou primaire forme une pénéplaine, qui a été recouverte par des dépôts crétacés et tertiaires à peu près horizontaux.

Ce plateau, dont les altitudes ne dépassent pas 300 mètres, doit être considéré comme limité au Sud par la petite chaîne primaire, très régulière, des Djebilet, et, à l'Est, par les avant-monts du Moyen-Atlas.

Le Haut-Atlas ne se termine pas au Col des Bibaoun, comme on l'avait cru, mais il se poursuit jusqu'à la côte Atlantique. Depuis ce col, le massif primaire est recouvert de terrains secondaires, jurassiques et crétacés, affectés de plis alpins, dont les axes s'abaissent assez brusquement pour « s'ennoyer » sous le Crétacé avant d'arriver à la côte. Au sud de Demnat, on se rend nettement compte que ces dépôts secondaires portent la trace des plissements alpins et que ce sont ces plissements qui donnent au Haut-Atlas sa structure en chaînons parallèles. On arrive ainsi à la notion que le Haut-Atlas décrit, à partir de Tolouet, une courbe tournant sa concavité vers le Nord.

Au Sud du Haut-Atlas marocain, se trouve un massif puissant, *le Djebel Siroua*, massif qui doit être considéré comme la naissance d'une chaîne moins importante, l'Anti-Atlas. Cette chaîne est encadrée, au Nord dans la vallée du Sous, au Sud dans celle du Draa, par des plateaux formés de terrains crétacés horizontaux.

Le Djebel Siroua[1] forme un volcan qui semble pouvoir être rapporté au Néogène, si l'on tient compte de sa forme et de son état de conservation. Ses déjections se succèdent sur une puissance totale de plus de 1.000 mètres et recouvrent une superficie que les constructions cartographiques permettent d'inscrire dans une circonférence d'au moins 20 kilomètres de rayon.

Quant aux roches du massif volcanique, elles peuvent se grouper en deux séries : l'une *trachytique*, l'autre *phonolitique*. La composition chimique des deux types extrêmes, liés entre eux par un trachyte à biotite et haüyne, montre qu'on se trouve en présence d'une même province pétrographique.

Les observations stratigraphiques n'ont également pas été négligées par notre savant confrère, et il a pu reconnaître les formations suivantes :

1° *Cambrien* et *Algonkien* (Précambrien), consistant en schistes *argileux* et *chloriteux* avec filons de quartz;

2° *Silurien*, formé de schistes et grès quartziteux avec schistes noirs, dans lesquels il a eu l'heureuse chance de trouver des *Graptolithes*, ce qui permet un classement précis de ces schistes dans toute l'Afrique du Nord;

3° *Dévonien* (schistes et grès);

4° *Carbonifèrien*, dont l'étage inférieur, le *Dinantien*, est seul actuellement reconnu;

5° *Permien*, formé d'une épaisse succession de grès fluviatiles ou lagunaires rouges, intercalés d'assises gréseuses et de conglomérats, renfermant fréquemment à la partie supérieure des dépôts de gypses salifères;

6° *Trias*, constitué par des dépôts gypseux et salifères avec marnes bariolées et grès rouges, le plus souvent inséparables des dépôts similaires du Permien;

7° *Jurassique*, développé dans l'Est, et formé de calcaires massifs auxquels succèdent des calcaires en bancs intercalés de marnes;

8° *Crétacé*, jouant un rôle très important, surtout dans l'Ouest, ainsi qu'au Nord et au Sud du Haut-Atlas. L'existence à peu près complète de cette formation a été constatée notamment à l'extrémité de la chaîne, formant la zone littorale atlantique comprise entre Mogador et la plaine du

[1] Louis Gentil : Dans le « Bled es Siba ». Explorations au Maroc. Paris, Masson et Cie, éditeurs, 1906.

[1] L. Gentil : Sur le volcan du Siroua (Anti-Atlas marocain). *C. R. Acad. des Sc.*, n° du 30 mars 1908.

Sous. Les recherches de M. Gentil ont fourni de nombreux matériaux, dont les déterminations paléontologiques ont été faites au Laboratoire de Géologie de l'Université de Grenoble par M. W. Kilian avec le concours de M. V. Reboul.

Les horizons particulièrement riches en fossiles et nettement caractérisés sont les suivants : Hauterivien inférieur, Hauterivien supérieur, Barémien, Aptien, Gault et Cénomanien. Un gisement de Gault spécialement intéressant se trouve sur le flanc septentrional de la chaîne, au bord de la grande plaine de Marrakech, à Imin-Tanout. Dans cette localité ont été trouvés : *Parahoplites Uhligi* Anth, *Par. Nolani* Seunes sp., *Par. Milletianus* d'Orb. sp. La partie supérieure de l'étage, dans la vallée de l'oued Tdzi, des Ida ou Guerd, renferme les fossiles phosphatés caractéristiques de la zone à *Schlœnbachia Bouchardiana* de la Perte du Rhône (*Schlœnbachia inflata* Sow. sp., *Schl. Bouchardiana* Pictet sp. (typique), *Acanthoceras Brottianum* d'Orb. sp., etc.).

MM. Kilian et Gentil[1] font remarquer que les formations néocomiennes du Maroc appartiennent au bord méridional du géosynclinal méditerranéen. On y voit apparaître les formes caractéristiques des régions marginales septentrionales de ce même géosynclinal, alors que dans les régions profondes régnaient des espèces peu ornées (*Desmocératidés*, *Phyllocératidés*, *Lytocératidés*).

Quant aux terrains tertiaires, les formations calcaires à silex n'ont pas été distinguées comme pouvant appartenir à l'Eocène inférieur. Par contre, les grès coquillers du Pliocène, s'étendant le long de la côte atlantique, ont été séparés des alluvions des grandes plaines et des dunes maritimes.

Dans une seconde Mission que lui ont confiée le Gouvernement, la Société de Géographie et le Comité du Maroc, M. Gentil devait étudier le Sud-Marocain. Malheureusement, il n'a pu exécuter le programme tracé, son compagnon, le Dr Mauchamp, ayant été assassiné. Il a dû se reporter sur la frontière algérienne et étudier les environs de Tanger, la région du R'arb et la zone frontière d'Oudja[2]. Dans les environs de Tanger, le Pliocène du littoral atlantique est identique par son facies et ses fossiles à celui des environs de Tétouan, dans la vallée de l'Oued-Martil. Dans la région du R'arb, un fait important par sa remarquable constance sur de grandes surfaces est celui de l'existence d'un niveau d'eau à la base des grès pliocènes. Enfin, dans la zone frontière d'Oudja, — limitée au Sud par une ligne El Aricha-Berguent, et au Nord par la mer, — 4 chaînes parallèles s'étendent de l'Est à l'Ouest et sont, en allant du Sud vers le Nord :

1° La chaîne du *Djebel Sidi-El-Abed*;

2° La chaîne des *Beni-Bou-Zeggou*;

3° La chaîne des *Beni-Snassen*;

4° La chaîne côtière du *Sahel du Korn-ech-Chems*.

Ces rides montagneuses séparent des régions de plaines importantes : la région *des Gada*, la plaine *des Angad*, la plaine *des Trifas*.

L'auteur a consacré une étude spéciale au massif des Beni-Snassen[1], lequel, dit-il, « offre une individualité autant au point de vue orographique qu'au point de vue politique[2] ».

La série stratigraphique observée appartient aux terrains primaires et aux terrains jurassiques. Le Crétacé ne paraît point représenté. Par contre, sur le bord septentrional se trouvent quelques dépôts appartenant au Néogène.

En outre, de nombreuses roches éruptives de profondeur ou d'épanchement ont été rencontrées. Elles appartiennent à trois époques différentes : les unes, de profondeur et de demi-profondeur, datent des temps paléozoïques; les autres appartiennent à deux phases volcaniques. L'une de ces phases remonte à la fin de la période primaire ou au début du Secondaire, tandis que l'autre date du Néogène.

Au point de vue tectonique, le massif des Beni-Snassen consiste en un vaste bombement elliptique, dont le grand axe serait dirigé N. N. E.-S. S. O.

La carte géologique accompagnant le Mémoire de l'auteur permet de se rendre compte de cette disposition. Dans l'ensemble s'observe un plongement des couches secondaires autour du noyau primaire. Toutefois, le massif n'est pas un simple dôme, mais est affecté de plis lui donnant une structure plus compliquée.

Les plus anciens affectent les schistes siluriens et doivent se raccorder avec ceux signalés dans le massif des Trara. Ils appartiennent à une ancienne chaîne (armoricaine ou varisque), mais ont été repris par les plissements tertiaires, affectant les dépôts liasiques et jurassiques.

Un fait important se dégage des coupes relevées à travers la chaîne : c'est la trace de poussées vers le Sud. « Il n'est pas douteux, conclut M. Gentil, que le massif des Beni-Snassen ait participé aux efforts

[1] W. Kilian et L. Gentil : Sur les terrains crétacés de l'Atlas occidental marocain. *C. R. Acad. des Sc.*, t. CXLIV, p. 49-51. Paris, 1907.

Id. : Sur l'Aptien, le Gault et le Cénomanien et sur les caractères généraux du Crétacé inférieur et moyen de l'Atlas occidental marocain. *C. R. Acad. des Sc.*, t. CXLIV, 1907, p. 105-107.

[2] La Mission Louis Gentil au Maroc en 1907. *Documents du Comité de l'Afrique française et du Comité du Maroc*, n° 2, p. 33. Paris, 1908.

[1] L. Gentil : Esquisse géologique du massif des Beni-Snassen. *Bull. Soc. géol. de France*, 4e sér., t. VIII, 15 juin 1908.

[2] L. Gentil : *Loc. cit.*

tangentiels qui ont poussé vers le continent la nappe de charriage décrite plus au Nord, à partir de l'oued Kiss, car il en porte nettement l'empreinte, quoique bien atténuée ».

Les observations du savant maître de conférences lui ont encore permis d'établir l'origine des *tirs* ou *terres fortes* auxquelles est due la fertilité du bas plateau bordant l'Atlantique, sur plusieurs centaines de kilomètres[1]. Elles ne sont pas d'origine éolienne, comme on l'avait présumé, mais elles sont dues à la décalcification des grès calcarifères, néogènes, dont la composition est très uniforme, sur une étendue de plus de 600 kilomètres.

L'Académie des Sciences de Paris a été bien inspirée en attribuant à M. L. Gentil une de ses plus hautes récompenses, car ce géologue a effectué un ensemble de recherches vraiment remarquable, recherches qu'il a pu mener à bien malgré des difficultés de toute nature.

IV. — Aperçu géologique sur les Moluques et l'ensemble des Indes Néerlandaises.

Sous le titre : *Rapport sur les Moluques*, M. R. D. M. Verbeek[2] — qui depuis quarante ans se consacre à l'étude des possessions hollandaises orientales, et qui, en 1905, a communiqué une description géologique de l'île d'Ambon[3] — a livré à la publicité, en mai 1908, un volumineux Mémoire consacré à la description des Iles, au nombre de 250 environ, qui sont situées entre Célèbes et la Nouvelle-Guinée.

Ce Mémoire débute par un récit du voyage effectué par l'auteur en 1899. Ce récit, nous dit-il, « n'a pas seulement pour but de mettre le lecteur au courant de l'itinéraire suivi, mais de l'orienter en quelque sorte dans la structure géologique très compliquée de la partie orientale de l'Archipel des Indes Néerlandaises; cette structure diffère à maint point de vue de celle de la partie occidentale, surtout pour ce qui regarde l'apparition de terrains mésozoïques, et l'existence de calcaires coralliens récents, élevés à une hauteur considérable au-dessus du niveau de la mer, mais qui font complètement défaut dans la partie occidentale de l'Archipel ».

La seconde partie du Mémoire est consacrée à l'étude des diverses îles. Elles sont décrites d'après la division administrative à laquelle elles appartiennent, en allant de l'Ouest à l'Est. De nombreux échantillons de roches (888), appartenant à dix-sept formations différentes, ont été récoltés et sont successivement décrits. Ils ont permis d'établir l'esquisse d'une carte géologique donnant une idée générale de l'extension des divers terrains. Cette carte pourra servir de base aux futurs travaux, et engagera les géologues à se consacrer à la visite des îles qui, par suite de circonstances diverses, n'ont pu être qu'imparfaitement explorées.

Enfin, comme conclusion de son travail, le géologue hollandais nous donne un aperçu général sur les Moluques et l'ensemble des Indes Néerlandaises. Nous résumerons cette dernière partie, en nous reportant aux précédents chapitres pour les particularités géologiques qui nous semblent mériter de fixer plus spécialement l'attention.

Le terrain le plus ancien se montrant dans le groupe d'îles étudiées par M. Verbeek consiste en *roches schisteuses*, sans fossiles, dont l'âge n'a pu être précisé. Dans le nombre se trouvent probablement des roches archéennes, tout aussi bien que des roches paléozoïques. Elles forment la base sur laquelle se sont déposés les autres sédiments. Les gneiss y sont relativement rares; les schistes micacés, les phylites et surtout les amphibolites y sont fort répandus. Ces couches sont généralement très redressées, plissées et comprimées irrégulièrement. De plus, elles sont associées à des roches éruptives basiques, dont les unes, à l'état métamorphique et schisteux, leur sont intimement associées et ont été plissées et redressées avec elles, tandis que les autres semblent être plus jeunes.

Les roches granitiques sont également assez fréquentes, moins cependant que les roches éruptives basiques. Elles sont plus jeunes que ces dernières, et se montrent parfois en filons dans les péridotites et les gabbros.

Ces *schistes anciens* sont très répandus dans les îles Manipa, Léti, Louang, Pélèng, Célèbes, Bornéo, Karimoun, Java, Billiton, Sumatra et dans la presqu'île de Malacca.

Au-dessus des schistes anciens déjà redressés, on trouve, comme roches franchement sédimentaires, des couches d'âge paléozoïque supérieur. Les assises les plus anciennes s'observent à Sumatra, et appartiennent au Carbonifère supérieur.

A Timor, Léti, Louang et Babar se trouvent des couches d'âge permien consistant en calcaires compacts, calcaires arénacés fossilifères, calcaires à Crinoïdes et grès, qui se sont déposés dans une mer de faible profondeur.

Un fait important à faire remarquer, c'est l'analogie entre les fossiles des couches permiennes de Timor et ceux des mêmes couches de Salt-range

[1] L. Gentil : De l'origine des terres fertiles du Maroc occidental. *C. R. Acad. des Sc.*, 3 février 1908.

[2] R. D. M. Verbeek : Rapport sur les Moluques (Reconnaissances géologiques dans la partie orientale de l'Archipel des Indes orientales néerlandaises); Batavia, Imprimerie de l'Etat, 1908.

[3] Id. : Description géologique de l'île d'Ambon; Batavia, Imprimerie de l'Etat, 1905.

(Pendjab) aux Indes britanniques. A cette époque existait donc une mer continue entre les deux régions.

Les roches triasiques des Moluques consistent en calcaires à *Halobia*, *Daonella* et *Radiolaires*, ainsi qu'en grès calcarifères à débris de plantes. Les calcaires sont partiellement silicifiés et ressemblent parfois à de vraies radiolarites.

On connaît des roches triasiques à Savou, Roté, Timor, Céram, Misool, à l'Est de Célèbes, et en dehors des Moluques, dans l'Ouest de Bornéo et dans l'Est de Sumatra.

La constitution géologique de Savou mérite d'être signalée. Le sous-sol en est constitué par des roches permiennes sur lesquelles reposent des calcaires à Halobies, des grès et de la lydite à *Radiolaires*. A une époque plus récente, se déposèrent ensuite des marnes blanches et des calcaires coralliens qui, au milieu de la partie occidentale de l'île, montent à l'altitude de 300 mètres et, de ce point, s'élèvent en pente douce vers le Nord.

Ajoutons que les fossiles triasiques des Moluques se rencontrent aussi en partie dans l'Himalaya et en partie dans les Alpes. A l'époque triasique, il existait donc une mer reliant la région méditerranéo-alpine à l'archipel néerlandais, en contournant l'Hindoustan par le Nord.

Des roches jurassiques s'observent dans l'île de Roté, à l'état de déjections meubles d'une source boueuse. Des couches en place de la même formation ont été observées en 1899 par l'expédition du Siboga à Misool. Les espèces recueillies appartiennent au Lias inférieur, au Lias supérieur, au Mésojurassique (divers étages) et au Néojurassique (Oxfordien). A signaler également des fossiles jurassiques aux Célèbes, à Taliabo, à Bourou, Céram, Timor ainsi qu'en Nouvelle-Guinée. Ils appartiennent au Lias inférieur, au Mésojurassique et au Néojurassique (Oxfordien).

Le Professeur Bœhm a indiqué à Taliabo et à Mangoli des couches appartenant à un étage inférieur du Crétacé. A l'ouest de Bourou, il a découvert des couches du Crétacé supérieur avec des *Tissotia*.

En dehors des Moluques, ce dernier terrain a été rencontré sur les côtes ouest et sud-ouest de Bornéo, ainsi qu'à Java et à Sumatra.

Pendant la période mésozoïque, des roches éruptives se sont fait jour à diverses reprises, et on en a trouvé des débris dans les couches jurassiques de Bourou. Toutefois, c'est à une période plus récente que doivent être rapportées les andésites, les dacites et autres roches affleurant surtout à Ambon, au Ouliaser, à Amblau et à Wetar. On connaît également des diabases, des péridotites, des serpentines et des gabbros d'âge crétacé provenant de Bornéo et de Java.

Les roches éocènes des Moluques — qui sont beaucoup plus répandues qu'on ne l'avait supposé — consistent en calcaires quartzifères, calcaires marneux à Nummulites, Discocyclines (*Orthophragmina* des géologues français) et Alvéolines. Elles s'observent dans l'Ouest de Timor à Rendjouwa, à la Nouvelle-Guinée, à Misool, Halmahéra, Bourou, Célèbes. Les calcaires de Groot-Kei, qui renferment des Discocyclines extrêmement petites, sont aussi d'âge éocène, mais appartiennent probablement à un étage plus récent que les calcaires à Alvéolines.

En dehors des Moluques, des couches éocènes se rencontrent dans le sud-est de Bornéo et à Java.

Les dépôts miocènes sont principalement formés de débris d'andésite et de basalte; on rencontre aussi des brèches, des grès, des marnes et des calcaires n'ayant pas conservé leur position horizontale et ayant subi parfois des plissements assez intenses.

La petite île de Rendjouwa est particulièrement intéressante à ce point de vue. Les couches de calcaires marneux éocènes et les assises miocènes plus récentes sont très inclinées, ce qui prouve que, dans cette partie de l'Archipel, et jusqu'à la fin des temps tertiaires, la croûte terrestre a été soumise à des plissements et à des pressions très énergiques.

Dans de nombreuses localités peuvent encore être constatés des plissements et des dislocations semblables d'âge post-miocène. Toutefois, aucune direction n'est constante; partout les couches sont plissées et relevées sous différents angles. Pour Java, par exemple, le plissement est venu du Sud, pour Sumatra du Sud et du Sud-Ouest. Par contre, les calcaires miocènes de Groot-Kei sont sensiblement horizontaux, et forment des terrasses.

Les sédiments plus récents (pliocènes et quaternaires), qui recouvrent en stratification discordante toutes les autres couches, ont été réunis par M. Verbeek sous la dénomination de *terrain corallien*. Une grande partie d'entre eux consiste, en effet, en calcaires à Polypiers, qui sont accompagnés de calcaires marneux, de calcaires à Foraminifères ou à *Lithotamnium* et de marnes tendres, de teinte blanche ou rouge clair.

Ces roches sont disposées en terrasse autour des îles existantes. Elles ont émergé successivement, de telle sorte que les terrasses les plus anciennes sont celles qui ont la plus grande altitude.

Lors des soulèvements successifs, les couches ont conservé, le plus ordinairement, une position horizontale. Cependant, on y observe parfois de légères inclinaisons, qui sont d'autant plus prononcées que les calcaires sont plus anciens, c'est-à-dire qu'ils sont plus élevés. Dans les calcaires pliocènes d'Ambon, on peut constater, par exemple, une incli-

naison de 5° 1/2 à 4°, tandis que pour les calcaires quaternaires la pente n'est plus que de 1°.

L'île de Saleyer, située au Sud de l'extrémité méridionale des Célèbes, est intéressante à étudier au point de vue des *calcaires coralliens*, et les faits observés nous semblent mériter une mention spéciale. Divers dépôts calcaires s'y sont succédé depuis le Tertiaire supérieur jusqu'à l'époque actuelle, non sans interruption, mais avec des intervalles de repos. Après chaque nouveau soulèvement de la côte, il se formait dans la mer un nouveau récif. En effet, depuis l'époque pliocène, les formations calcaires se produisaient de façon continue, là où les conditions étaient favorables; seuls les soulèvements étaient périodiques.

Vu le temps excessivement long que le dépôt des divers calcaires a demandé, on ne doit pas perdre de vue, écrit M. Verbeek, que « dans les régions tropicales on doit probablement accorder à l'époque pliocène une durée bien plus longue qu'en Europe, par exemple, et il semble qu'il en est de même de l'époque que l'on appelle quaternaire ».

Abordant l'étude des phénomènes éruptifs, l'auteur distingue deux groupes de roches : roches à leucite et néphéline, roches andésitiques et basaltiques. Les cônes volcaniques ont fait leur apparition à l'époque néotertiaire, mais se sont édifiés principalement pendant les temps quaternaires, par l'amoncellement des produits d'éruptions autour des cratères. Plusieurs de ces volcans sont encore actifs.

Quant aux sédiments quaternaires, ils présentent un très grand développement dans les Moluques. En font partie ces *terrasses calcaires* dont l'altitude ne dépasse pas 200 mètres, ainsi que des grès incohérents, des brèches et des conglomérats. Enfin, les dépôts modernes consistent encore en bancs calcaires qui, dans le voisinage des côtes et même à une certaine distance, s'édifient continuellement par le travail des Polypiers, des Foraminifères et des Algues calcaires.

Jetant un coup d'œil d'ensemble sur les phases par lesquelles a passé l'Archipel dans les périodes géologiques, l'auteur fait remarquer que les territoires occupés par les îles des Indes orientales ont constamment fait partie d'une même mer (« La *Téthys* » de Suess), depuis des temps très reculés jusqu'à la période actuelle...

En ce qui concerne la profondeur de cette mer, il ajoute que les zones abyssales ont été rares aux périodes géologiques antérieures, sauf dans une partie de la formation jurassique, où des dépôts à facies bathyal se présentent fréquemment. Le plus ordinairement, ce sont des mers peu profondes qui paraissent avoir dominé.

Les bassins et les mers actuelles des Moluques ne doivent pas être considérés comme le restant d'une ancienne mer, partout également profonde, mais ils ont pris naissance par des affaissements de terre ferme et du sol de la mer de faible profondeur. A la place occupée aujourd'hui par la mer de Banda existaient, à l'époque tertiaire, des terres émergées. En dehors de cette région, il a dû exister aussi des terres qui, par leur mobilité, ont donné lieu à une compression et à un redressement des couches éocènes et miocènes. Quant aux affaissements principaux, ils ne datent que du commencement du Pliocène, et donnent la raison de la différence de position existant entre les assises miocènes et les sédiments des jeunes formations coralliennes. Nous avons vu que les premiers sont fortement redressés et plissés, tandis que les derniers sont horizontaux. Il se serait donc produit une modification dans l'énergie et la direction de la pression, et cette modification ne peut être attribuée qu'à l'immersion des masses continentales de cette époque.

« Toutefois, écrit encore M. Verbeek, la force plissante n'a pas cessé d'agir, car les grands massifs de terre ferme n'ont pas disparu, mais se trouvent seulement à des profondeurs de quelques centaines, parfois même de quelques milliers de mètres plus grandes qu'auparavant. La pression exercée par ces massifs devra plisser les couches profondes, mais aux couches situées plus haut, à proximité de la surface, elle fera subir un déplacement vertical. »

Le déplacement vertical des couches supérieures serait la conséquence du plissement des couches inférieures, et ce plissement est dû à la *pression tangentielle* des masses profondes voisines.

Ces conclusions méritaient d'être soumises à l'appréciation des géologues ; elles nous semblent judicieuses et jettent quelque lumière sur la recherche des causes des mouvements ayant affecté l'écorce terrestre et susceptibles de l'affecter encore.

J. Révil,
Président de l'Académie des Sciences, Belles-lettres et Arts de Savoie.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Czuber (E.), *Professeur ordinaire à l'Ecole supérieure technique de Vienne.* — **Wahrscheinlichkeitsrechnung und ihre Anwendung auf Fehlerausgleichung, Statistik und Lebensversicherung** (Le Calcul des Probabilités et son application a la Théorie des Erreurs, a la Statistique et aux Assurances sur la vie). 2e *édition, t. I.* — 1 *vol. in*-8° *de* x-410 *pp., avec figures* (*Prix* : 16 *francs*). *Teubner, éditeur. Leipzig*, 1909.

Nous avons rendu compte ici même [1] de la première édition du *Traité* de M. Czuber.

La nouvelle édition, dont il commence aujourd'hui la publication, est considérablement augmentée : elle l'est assez pour que l'auteur ait été obligé de dédoubler son ouvrage, et ne nous en offre actuellement que la première partie.

L'une de ces additions est celle de la *probabilité relative*. Tous les lecteurs l'approuveront; mais je ne sais si tous la constateront sans une nuance de surprise. Beaucoup d'entre eux, même parmi ceux qui ont à apprendre à la lecture d'un *Traité de Calcul des Probabilités*, n'en sont plus à ignorer le rôle classique de la distinction entre probabilité absolue et probabilité relative, et le nombre des sophismes — à commencer par le préjugé bien connu des « séries » à la roulette [2] — qui n'ont d'autre origine que la méconnaissance de cette notion. Le fait qu'un Traité moderne important ait pu être écrit, je ne dis pas sans la faire intervenir (M. Czuber ne mérite pas cette injure), mais sans la formuler très explicitement, leur montrera, s'ils pouvaient en douter, que l'exposition de cette branche de la science a encore plus d'un progrès à réaliser.

M. Czuber a, d'autre part, consacré quelques pages aux notions de la Théorie des Ensembles qui commencent à intervenir dans le Calcul des Probabilités. Une telle intervention s'impose en l'état actuel de la science, et de récents travaux, comme ceux de M. Borel, la montrent comme devant être certainement féconde. Elle ne joue toutefois encore, dans la suite du volume qui nous occupe, qu'un rôle de pure forme.

Mentionnons encore le nouveau chapitre sur la Théorie générale des phénomènes collectifs. Cette théorie, elle aussi, mérite actuellement d'être traitée à part, étant donnée la place qu'elle occupe dans les sciences expérimentales. Elle est, d'ailleurs, non moins intéressante au point de vue purement théorique et philosophique, comme M. Czuber le prouve en étudiant, avec M. H. Poincaré, l'exemple si curieux de la distribution des chiffres décimaux dans les tables de logarithmes.

Ce chapitre marque la fin du volume actuel. Le reste de la troisième partie (statistique, assurances), que contenait encore la première édition, a dû être renvoyé à un tome ultérieur.

Regrettons, en terminant, que la proposition gravement erronée déjà signalée par nous dans notre précédent compte rendu (et qui occupe le n° 63, p. 97 de la nouvelle édition) n'ait pas été rectifiée cette fois.

Jacques Hadamard,
Professeur-adjoint à la Sorbonne.

2° Sciences physiques

Janet (Paul). — **Travaux du Laboratoire central d'Electricité. Recherches sur les Unités électriques fondamentales**, avec le concours de MM. F. Laporte, R. Jouaust et P. de La Gorce. — 1 *vol. in*-8° *de* 129 *pages, avec figures. Gauthier-Villars, éditeur. Paris*, 1909.

On sait quelles divergences existent actuellement dans les différents pays entre les définitions fondamentales adoptées par leurs législations à la suite du Congrès de Chicago. Lorsque, à l'exemple de l'Allemagne, on définit l'ampère au moyen du nombre 1 milligr. 118, au lieu de conserver la définition théorique, on est conduit à une différence de 1/1.000 pour la f. é. m. à attribuer au Clark, et, par suite, à des différences systématiques de 1/500 sur les mesures de puissance et de 1/170 sur les mesures d'intensité lumineuse. D'autre part, on sait que l'étalon Clark, avec son coefficient de température élevé, convient mal pour les mesures potentiométriques, de plus en plus répandues dans l'industrie. Aussi, à la suite du Congrès de Saint-Louis (1904), les quatre principaux laboratoires nationaux se sont-ils accordés sur un plan d'études à effectuer en vue d'arriver à fixer, avec une précision plus grande, les nombres approchés adoptés par le Congrès de Chicago, et qui, provisoirement, ont encore été conservés sans modification par la Conférence de Londres (octobre 1908), celle-ci s'étant bornée à substituer, pour les besoins de la pratique, l'élément Weston à l'élément Clark.

Pour sa part, le Laboratoire central d'Electricité a réalisé un ensemble de recherches de haute précision concernant :

1° Les éléments étalons au cadmium;

2° La détermination, par l'électrodynamomètre absolu, de la f. é. m. de l'élément au cadmium;

3° L'équivalent électrochimique de l'argent.

I. — L'élément au cadmium, à électrolyte saturé à 4°, tel que le construit la firme Weston, présente une f. é. m. parfaitement indépendante de la température dans les limites usuelles, mais, malheureusement, cette f. é. m. diminue avec les années. D'autre part, les recherches, entreprises à la Reichsanstalt, pour réaliser un étalon saturé aux températures ordinaires, semblaient démontrer l'impossibilité d'obtenir des éléments concordant à plus de 1/10.000 à 2/10.000. C'est qu'il convient d'insister d'abord sur les propriétés particulières des substances qui constituent l'élément au cadmium. Il importe, notamment, que le sulfate de cadmium, ainsi que le sulfate mercureux, ne présentent plus trace d'acidité; et, d'autre part, pour ce dernier, des lavages prolongés offrent l'inconvénient d'hydrolyser partiellement le sulfate mercureux. M. Janet s'est proposé spécialement : 1° de déterminer le degré de concordance des f. é. m. avec des produits préparés par des procédés différents et par des laboratoires de Chimie différents; 2° de s'assurer de la constance des éléments à des époques différentes; 3° d'envisager la réalisation industrielle de ces éléments en insistant sur les précautions minutieuses indispensables.

Après un examen critique des anomalies signalées antérieurement M. Janet formule des conclusions très

[1] *Revue* du 15 septembre 1905.

[2] Dans ces dernières années encore, une faute de cette nature a été — à notre avis — commise par ceux qui voient une contradiction entre les théories cinétiques et le principe de Carnot. Nous avons eu l'occasion de nous expliquer sur ce point, à propos de la *Mécanique statistique* de Gibbs (*Bulletin of the American Mathematical Society*, 2e série, t. XII; article reproduit dans le *Bulletin des Sciences Mathématiques*, 2e série, t. XXX).

nettes, auxquelles son habileté expérimentale éprouvée donne une haute valeur. Les divers groupes d'éléments ne présentent certainement pas la concordance affirmée antérieurement; les écarts de part et d'autre de la moyenne sont inhérents au mode de préparation chimique du sulfate mercureux. Cependant, il sera facile aux Laboratoires nationaux, chargés de la conservation du volt dans leurs pays respectifs, de garder inaltérée la valeur de l'unité de f. é. m.; il leur suffira de s'accorder sur les modes de préparation et d'échanger entre eux, chaque année, un certain nombre d'éléments construits dans des conditions nettement précisées. Actuellement, chaque Laboratoire sait déjà conserver un élément normal bien défini, et les écarts entre les éléments des différents Laboratoires nationaux sont inférieurs à 1/10.000. D'autre part, en ce qui concerne uniquement le point de vue industriel, les divers procédés de préparation du sulfate mercureux sont pratiquement équivalents, et les produits purs du commerce suffisent; les écarts ne dépassent pas 1/5.000. De plus, le coefficient de température des éléments type Weston, très robustes, est pratiquement nul entre 20° et 5°.

II. — Les piles étalons au cadmium pouvant être réalisées avec une concordance supérieure au 1/10.000, alors que, sur l'équivalent électrochimique de l'argent, il subsiste encore des désaccords de près de 1/1.000, il est préférable de déterminer, avec l'électrodynamomètre absolu, la f. é. m. d'un étalon au cadmium, au lieu de déterminer directement l'équivalent électrochimique de l'argent. Le point délicat est la construction même et l'étalonnement d'un électrodynamomètre absolu de haute précision. Le dispositif adopté par M. Janet est l'électrodynamomètre-balance. L'exposé très complet du mode de construction et des réglages montre avec quelle ingéniosité et quelle précision a été résolu le problème de l'enroulement régulier des bobines sous tension constante, ainsi que le calcul du diamètre moyen des différentes couches de fil, déduit de la mesure précise, avec le concours de M. Ch. Ed. Guillaume, de la longueur du fil enroulé sur la bobine. Le calcul de la constante de l'appareil relative à la force qui équilibre, à l'endroit considéré, l'action d'un courant de 1 ampère (10^{-1} C. G. S.) circulant dans l'appareil, repose sur les formules de Maxwell et de Lord Rayleigh. L'erreur à craindre dans le réglage de la bobine mobile, exactement au milieu de la distance entre les bobines fixes, est absolument négligeable. Il est tenu compte, d'autre part, de l'erreur parasite due à l'action des bobines fixes, d'un côté, sur la bobine mobile, de l'autre. Pour les mesures, on place en série avec l'électrodynamomètre une résistance r rigoureusement connue, voisine de 3ω, et l'on y fait passer un courant maintenu constant au 1/50.000 et d'une intensité d'environ 1/3 d'ampère. On règle le courant de manière que la d. d. p. aux bornes de la résistance soit égale à la f. é. m. de l'élément moyen au cadmium du Laboratoire central d'Electricité. L'intensité i du courant étant mesurée par l'électrodynamomètre, la f. é. m. de l'élément employé est immédiatement ri. La valeur définitive obtenue par M. Janet pour l'élément normal du Laboratoire central est, à 20°, 1v,01869. Ce nombre est légèrement plus élevé que les nombres obtenus au Bureau of Standards et au National Physical Laboratory. M. Janet, en étudiant les divergences de l'ordre de 5/10.000 entre les résultats obtenus, est amené à conclure que ces différences sont dues, en partie, aux électrodynamomètres des différents laboratoires, et il conviendra, pour les faire concorder, d'entreprendre des mesures de comparaison. Elles sont dues, partiellement aussi, à l'évaluation des résistances employées. M. Janet n'a eu à sa disposition que les étalons mercuriels secondaires possédés par le Laboratoire, ou prêtés gracieusement par M. Benoît. Il est vraiment regrettable qu'il n'ait pu disposer des ohms légaux eux-mêmes, déposés au Ministère des Postes et Télégraphes. Leur caractère d'étalon légal interdit, paraît-il, d'y recourir, même pour les mesures qui doivent s'y rattacher directement, et desquelles dépend le bon renom de la Science française.

III. — Pour la détermination de l'équivalent électrochimique de l'argent, M. Janet a adopté un voltamètre dont les deux électrodes sont formées d'une capsule et d'une coupelle hémisphériques concentriques, ce qui lui a permis de régulariser les lignes de force et d'obtenir un dépôt remarquablement uniforme. Le courant utilisé était d'environ 0a,5. Les résistances étalons et l'étalon au cadmium étant rigoureusement les mêmes que dans l'étude précédente, et ne servant que d'intermédiaires pour le réglage de l'intensité, celle-ci peut être regardée comme mesurée en valeur absolue par l'électrodynamomètre lui-même. M. Janet parvient au nombre 1,11821. En terminant, il signale combien cette méthode de détermination de l'intensité est longue, délicate et pénible; aussi ne peut-il se défendre de souhaiter l'adoption d'une définition pratique de l'ampère, dont l'application soit plus commode et plus immédiate.

E. Hauduié,
Professeur à l'Ecole Navale.

Bourrey (Georges), *Ingénieur Chimiste des Chemins de fer de l'État, Inspecteur de l'Enseignement technique.* — **L'Eau dans l'Industrie.** — 1 *vol. de l'Encyclopédie scientifique du Dr Toulouse.* (*Prix* : 5 *fr.*) *O. Doin, éditeur. Paris*, 1909.

L'eau est le liquide vital de toute industrie. Elle doit avoir une certaine composition selon l'usage auquel elle est destinée. Dans le livre de M. Bourrey, l'industriel trouvera tous les renseignements dont il aura besoin concernant l'origine et la composition des eaux que la Nature met à sa disposition, les différentes méthodes d'analyse employées et les différents usages industriels de l'eau, le rôle et les inconvénients des corps dissous dans les diverses industries, les réactions servant de base à l'épuration chimique, les méthodes servant à contrôler cette épuration, les différents appareils destinés à épurer l'eau à chaud et à froid, les procédés de clarification des eaux, enfin un aperçu succinct des méthodes employées pour épurer les eaux résiduaires industrielles. Le lecteur sera enchanté de constater la présence de figures schématiques qui rendent la lecture de ce livre facile et rapide. Il constatera, cependant, de nombreuses répétitions de réactions, ce qui allonge beaucoup le sujet des six premiers chapitres. L'auteur pourrait aisément faire quelques petites coupures dans une prochaine édition. Nous lui demanderons pourquoi, à l'exclusion de ses confrères, il emploie la soude et non le carbonate de soude pour le dosage des matières organiques? Pourquoi passe-t-il sous silence le dosage du manganèse, corps très gênant en blanchisserie? Pourquoi attribue-t-il à M. Beaudet la paternité du filtre à sable non submergé, préconisé par M. le Dr Miquel, qui eut, au moins, un prédécesseur dans l'emploi de son système? Pourquoi dit-il que les substances organiques dissoutes des eaux résiduaires sont retenues par le sol quand elles y sont transformées et brûlées? Enfin, pourquoi décrit-il d'une façon générale les procédés biologiques d'épuration des eaux résiduaires à l'occasion des eaux résiduaires de sucrerie quand, dans cette industrie, on ne peut employer qu'un procédé biologique incomplet pour accomplir ce travail? Le moment était assez mal choisi.

Enfin, signalons qu'à l'occasion du dosage de la magnésie, page 64, l'auteur a voulu écrire « phosphate d'ammoniaque » au lieu de *phosphate de soude*. Sans cela, son dosage de soude qui suit n'aurait aucun intérêt s'il en avait ajouté.

Ces quelques petites critiques de détail, faciles à supprimer, n'enlèvent rien à la réelle valeur de cet ouvrage qui rendra des services signalés aux industriels.

F. Dienert,
Docteur ès Sciences,
Chef du Service de surveillance des Eaux d'alimentation de Paris.

3° Sciences naturelles

Vidal de la Blache (J.), *Capitaine breveté au 20e Bataillon de Chasseurs à pied, Docteur de l'Université de Paris.* — **Etude sur la Vallée lorraine de la Meuse.** — *In-8° de* 183 *pages avec* 13 *figures et* 8 *cartes et planches.* (*Prix* : 4 *fr.*) *Armand Colin, éditeur. Paris*, 1909.

L'attention a été attirée, à diverses reprises, dans ces dernières années, sur l'histoire des principaux cours d'eau de l'est du bassin de Paris. Des études très intéressantes ont été publiées à ce sujet. L'histoire des communications de la Moselle et de la Meuse a fourni d'importants travaux, et même des controverses assez vives. Mais, bien que quelques points aient pu être considérés comme éclaircis, il manquait encore une monographie solidement documentée, tant au point de vue bibliographique que par l'observation directe sur le terrain, trop souvent insuffisante. Il y avait là une véritable lacune à combler, et l'on doit savoir gré à M. le capitaine Vidal de la Blache de nous donner une bonne étude de la vallée de la Meuse, en se basant d'abord sur ses nombreuses observations personnelles, en utilisant aussi tout ce qui a été publié sur ce sujet en Géologie et en y adjoignant des renseignements inédits dont il cite scrupuleusement l'origine.

Très clairement subdivisé, cet ouvrage comprend une première partie, toute de géographie physique, ayant trait à l'histoire géologique de la Meuse et à l'évolution de son cours; la deuxième comprend un aperçu important sur la population et la circulation.

Pour chercher à retracer l'histoire de la Meuse, l'auteur s'attache d'abord à l'étude de la partie de ce cours d'eau présentant une véritable unité : ce caractère ne peut être refusé certainement au trajet du Bassigny à l'Ardenne. Sur ce trajet de 250 kilomètres, la Meuse reste indépendante des réseaux voisins et se fait remarquer « par l'extrême étroitesse de son bassin, un véritable couloir qui ne s'élargit qu'à l'Ardenne ». Ce long couloir n'a pu se créer sans affluents; — cette rivière est *le témoin* d'un système disparu. Que sont devenus les affluents qui l'alimentaient? « Comment ont-ils abandonné la Meuse, par l'effet de quels voisinages? »

Pour résoudre ces questions, l'auteur rappelle très exactement les différences permettant de donner aux alluvions vosgiennes des âges divers. Les plus anciennes alluvions, riches en quartzites et quartz, diffèrent beaucoup des plus récentes, où le granit prédomine. Les premières sont de règle dans la vallée de la Meuse : elles n'existent que dans les hauts niveaux de la Moselle. Les secondes, au contraire, ne se rencontrent que dans les alluvions inférieures de la Moselle. Or, « si une faible quantité de ces galets de granit qui constituent l'alluvion de la Moselle a pu passer dans la Meuse, c'est un indice en faveur d'une union de la Moselle et de la Meuse antérieure à la dénudation du granit, et de leur séparation vers l'époque où la dénudation du granit commença ».

La question du Val-de-l'Ane, ou plutôt des communications ayant pu exister entre la Moselle et la Meuse, se trouve ainsi naturellement reprise, mais avec plus d'ampleur, et sur un champ d'investigations beaucoup plus large.

L'étude de ces alluvions, jointe à la description très précise des trois terrasses qu'elles ont formées dans la vallée de la Meuse, conduit l'auteur aux conclusions suivantes :

« 1° La vallée de la Meuse est fort ancienne, puisque des dépôts d'alluvion s'étagent sur une profondeur de 100 mètres en moyenne;

« 2° Les terrasses inférieures de la vallée de la Meuse et le moment de sa séparation de la Moselle datant de l'époque quaternaire, l'origine de la vallée doit être reculée en pleine période tertiaire. »

Ce dernier point sera mieux précisé dans l'avenir, quand les faunes de Vertébrés de chacune de ces terrasses seront mieux connues;

3° « Des communications ont eu lieu dès l'origine entre la Moselle et la Meuse, et les eaux vosgiennes ont été l'agent du creusement de la vallée, puisque de Pagny à Mouzon le gravier vosgien se montre à toutes les hauteurs au dessus et au-dessous du lit, jusqu'au contact du roc même, au moins sur les bords de la vallée. »

C'est à l'aide de ces bases, solidement établies, que l'auteur entreprend l'étude détaillée du cours de la Meuse. « Il faut, dit-il, se représenter la Meuse actuelle comme une rivière tronquée », réflexion très juste, complétée par cette remarque que la direction de la Haute-Moselle s'agence parfaitement avec celle de la Meuse en aval de Pagny.

Il serait impossible, dans cette courte analyse, de suivre dans le détail la description si précise et si documentée des diverses parties de la vallée de la Meuse. L'auteur fait très bien ressortir l'influence spéciale du calcaire corallien, présentant tantôt des parties récifales très dures, tantôt des parties friables et fissurées. De Pagny-la-Blanche-Côte à Dun, la Meuse, sur une longueur de 70 kilomètres, y subit une sorte d'enfouissement. C'est ainsi que la Meuse ne s'est pas échappée vers le bassin de Paris. Très juste aussi, cette réflexion que tous les terrains jurassiques sont minés par les eaux souterraines, guidées elles-mêmes par les plans de failles.

C'est à partir de Pagny que sont canalisés les dépôts de gravier vosgien — en amont de Pagny, quelques-uns jusqu'à Neufchâteau, mais épars; — pas de terrasses; — les terrasses sont de gravier calcaire, gravier jurassique. Néanmoins, la Meuse, de Pagny à Neufchâteau, a des caractères topographiques se ressemblant d'une façon frappante.

L'auteur est conduit naturellement à étudier la région des plateaux compris entre la Meuse et la Moselle. Il montre comment des affluents importants, tels que la Vraine, ont pu être diminués et presque asséchés par la capture, due au Madon, de leur cours supérieur. Il fait ressortir l'importante différence entre les rivières qui coulent sur leur fond liasique, *sans presque fuser*, et celles qui s'enfouissent rapidement dans les calcaires fissurés du Bathonien, ne laissant à la superficie que des vallées sèches.

Poussant plus loin ses investigations, il examine le rôle joué par la Saône et ses affluents : nous apprenons ainsi que le plateau de Vittel est coupé par la faille de Darney, qui a livré la tête des bassins du Vair et du Mouzon aux affluents de la Saône : tout l'angle sud-ouest du plateau lorrain est aujourd'hui démantelé.

Ainsi, c'est du côté lorrain et du côté de la Saône que le bassin de la Haute-Meuse est entamé et réduit par les empiètements des rivières voisines.

La faiblesse de son débit et de son alluvionnement l'expose au danger des pertes « dans le calcaire bathonien qui absorbe les rivières indigentes ». La Meuse s'enfouit à Bazoilles; le Vair, l'Anger ont le même sort. « La dalle bathonienne qui de Neufchâteau s'étend vers Chaumont abonde en vallées sèches, empreintes de cours d'eau descendus dans le sous-sol. » « Entre Neufchâteau et Pagny-la-Blanche-Côte la vallée de la Meuse étonne par sa largeur monumentale : elle donne à penser que la Meuse du Bassigny avait autrefois un débit plus fort, par suite d'un périmètre d'alimentation plus étendu. »

A Pagny-sur-Meuse, on entre dans la section de la rivière caractérisée par l'abondance du gravier vosgien.

Il faut aussi tenir compte des trouées des côtes de la rive droite, enfin d'un élément nouveau, la proximité de la Moselle. Tels sont les trois éléments au moyen desquels l'auteur va tenter de résoudre cette question aussi importante que délicate des relations de la Meuse avec la Moselle.

Après une étude détaillée des alluvions vosgiennes

de la Moselle, il en montre la continuation dans la vallée de la Meuse.

D'autre part, examinant les diverses trouées, il remarque que leurs cols sont à des altitudes sensiblement égales : quelques-uns, le val de Trondes et le val de Boncourt, « étonnent par la faiblesse des ruisseaux qui y coulent, opposée à leur grande largeur, toujours égale en amont et en aval; rien ne contredit l'impression qu'ils ont été modelés par des cours d'eau qui de la Woëvre coulaient vers la Meuse ». On est conduit à convenir « que si des rivières ont traversé les côtes de Meuse, elles coulaient à l'origine sur une surface située au-dessus de la Woëvre actuelle ». Ceci révèle l'intense et longue dénudation à la suite de laquelle est apparue la Woëvre méridionale.

Ainsi, la Moselle a communiqué largement avec la Meuse, jusqu'au jour où, s'enfouissant dans les calcaires bathoniens, elle a rejoint la Meurthe à Frouard, d'où elle gagne la région messine en voisinant avec le réseau de fractures qui jalonne et recoupe fréquemment son cours.

Le nord du pays entre Moselle et Meuse, c'est-à-dire la Woëvre septentrionale, présente des différences très nettes avec la Woëvre méridionale. Comme elle, elle témoigne d'une dénudation intense, mais dans d'autres conditions de drainage. La limite en est placée par l'auteur au promontoire d'Hattonchâtel. Sur les côtes dominant la Woëvre septentrionale, plus de graviers vosgiens; des grouines en masses puissantes. Dans la Woëvre même, le Bathonien haché et troué de pertes a permis à la Moselle de soutirer par la vallée faille de l'Orne les cours d'eau de la Woëvre septentrionale, « mais ces captures sont consécutives à la dénudation de la Woëvre, entraînée d'abord par le réseau de rivières orienté vers la Chiers parallèlement aux côtes ».

Après avoir examiné ce qui s'est passé à l'est, l'auteur étudie l'histoire hydrographique de la région occidentale de la Meuse. Les dépôts d'alluvions de cette région avaient fait penser à Boblaye et Buvignier que la Meuse avait débouché dans la Champagne, erreur bien excusable, puisqu'à cette époque on ignorait encore le mécanisme de l'érosion. Erronées aussi, l'ancienne hypothèse du passage de la Meuse à travers l'Argonne par le défilé du Chesne, et l'idée que tous les cols du Barrois, d'ailleurs sans galets vosgiens, avaient une origine fluviale. Ces cols sont dus à l'érosion régressive des cours d'eau. Ce chapitre renferme aussi des détails intéressants sur l'histoire des sources de la Bar, et montre que l'Aire et la Bar, aujourd'hui séparées, n'étaient qu'un même affluent de la Meuse.

La jonction de la vallée lorraine et de la vallée ardennaise de la Meuse est l'objet d'un chapitre où, après un exposé des hypothèses déjà émises, l'auteur insiste sur l'importance de la dénudation et, montrant que le cycle de la Meuse n'est pas clos, cherche l'avenir réservé à ce cours d'eau.

Cette étude des conditions anciennes de la Meuse se termine par l'examen des conditions actuelles de la vallée. De cette comparaison ressortent des conclusions très intéressantes. La Meuse n'est pas une rivière indigente, son sol fissuré joue le rôle d'un régulateur souterrain, « mais elle est incapable du travail d'érosion qu'elle a fourni dans le passé... elle s'est enfouie sous l'alluvion;... mais elle n'est pas encore au stade de la décrépitude ».

Cette remarquable étude de Géographie physique est suivie d'un aperçu sur la population et la circulation, résumant très bien l'impression de ceux qui connaissent à fond la région meusienne. L'agglomération villageoise, les traits caractéristiques des villages de la Meuse, l'évolution de leurs cultures, l'origine de leurs groupements forment un tableau aussi exact qu'intéressant; l'évolution des voies de communication en forme un autre, aussi instructif.

En somme, on doit féliciter vivement M. le capitaine Vidal de la Blache d'avoir su, en dehors de ses occupations professionnelles, trouver le temps nécessaire pour la production d'une œuvre aussi importante; et, en nous donnant cette œuvre, de ne pas s'être borné à l'interprétation, souvent trop facilement faite, des cartes ou des documents bibliographiques, mais de l'avoir basée sur de solides et nombreuses observations sur le terrain. Suivant dignement les traditions paternelles, l'auteur a voulu donner une étude complète et approfondie : il y a fort bien réussi. Son travail sera lu attentivement et avec profit par tous ceux qu'intéressent la géographie physique et la géologie de l'est de la France.

René Nicklès,
Professeur de Géologie
à la Faculté des Sciences de l'Université de Nancy.

4° Sciences médicales

Cornet (Dr Paul), *Professeur aux Ecoles municipales d'infirmiers des hôpitaux de Paris, membre de la Société scientifique d'Hygiène alimentaire.* — **Le Régime alimentaire des maladies.** — 1 *vol. de* 480 *pages. G. Steinheil, éditeur. Paris*, 1909.

La diététique est à l'ordre du jour : trop longtemps les médecins avaient négligé cette branche importante de la Thérapeutique, et, il y a dix ans, il eût été impossible de trouver dans un livre de Médecine non plus que dans un livre de Physiologie, des renseignements précis sur la manière de composer le régime d'un homme sain ou d'un malade. Dans les livres de Thérapeutique, ce n'étaient que vagues indications; et, en définitive, la cuisinière dirigeait seule, selon la routine, le régime des malades. Aujourd'hui, les livres de diététique éclosent dans toutes les librairies. Un des meilleurs est celui du Dr Paul Cornet. Il est surtout remarquable par le sens pratique avec lequel il fut conçu et exécuté.

L'auteur passe d'abord en revue tous les aliments, non pas au point de vue scientifique ou chimique, mais au point de vue culinaire et médical. Il nous dit rapidement de quoi se composent le lait, la viande, les légumes, etc.; mais il insiste sur les formes sous lesquelles on peut se procurer ces aliments, sur les meilleures provenances, les morceaux de choix, les propriétés spéciales de chaque denrée; sur la manière d'utiliser les aliments, de les faire cuire, de les donner aux malades; sur les dangers qu'ils peuvent parfois offrir lorsqu'ils sont altérés ou falsifiés; il établit la liste des préparations culinaires autorisées et de celles qui sont interdites.

Plus loin, il étudie les régimes spéciaux solides et liquides qui peuvent être ordonnés aux malades : diète hydrique, régime lacté ou képhirique, régime végétarien, régime déchloruré; puis les régimes qui conviennent aux diverses espèces de maladies : constipation, diarrhée chronique, anémie, diabète, dyspepsie, goutte, obésité, tuberculose.

Dans une dernière partie, il expose les formules culinaires qui conviennent spécialement aux malades; et, en cent quarante-six formules, il nous donne les boissons, les préparations de lait, de café, de thé, les potages, les bouillies, les entremets, les plats de viande qui doivent entrer dans le régime des malades, faisant exclusion de toutes recettes culinaires qui, par leur complication ou la présence de substances nocives, pourraient être dangereuses.

Ce livre sera d'une grande utilité pour tous ceux qui voudront se rendre compte du choix et de la préparation des mets destinés aux malades. Il représente bien une sorte de catéchisme culinaire de l'infirmière et résume ce que tout médecin devrait savoir des régimes alimentaires.

Dr Marcel Labbé.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 26 Avril 1909.

1° Sciences mathématiques. — M. **J. Drach** présente ses recherches sur les congruences de normales et les transformations de contact. — M. **W. Stekloff** donne une démonstration simple de l'existence des fonctions implicites. — Mme **V. Dienes** communique quelques résultats nouveaux sur les points critiques logarithmiques. — M. **A. Myller** étudie une équation aux dérivées partielles du type hyperbolique. — M. **Chillemi** démontre le théorème suivant: Toute surface du 4e degré sur laquelle sont tracées seize droites isolées et une autre droite qui en rencontre dix est une surface hyperelliptique. — M. **O. Bergstrand** a déterminé photographiquement la couleur des étoiles fixes; il a distingué des étoiles blanches ($\lambda = 420\,\mu\mu$) et des étoiles jaunes ($\lambda = 440$ à $450\,\mu\mu$), dont la transition est assez brusque. — M. **A. Angot** signale l'enregistrement, à l'Observatoire du Parc Saint-Maur, du tremblement de terre qui s'est produit le 23 avril en Portugal.

2° Sciences physiques. — M. **A. Angot** montre que l'emploi des normales (moyennes arithmétiques des valeurs de la pression barométrique obtenues au moyen d'un grand nombre d'années d'observations) est parfaitement légitime en Météorologie. Mais l'étude des variations de pression ne peut donner aucune indication sur leur périodicité, les variations accidentelles étant trop importantes. — M. **C. Raveau** montre que, sous le bénéfice d'une seule hypothèse très générale, on peut conclure, de la seule existence de la diffusion, telle qu'elle s'exerce entre deux parties non homogènes d'un mélange fluide, à la stabilité des équilibres physiques et chimiques. — M. **G. Meslin** a constaté que la lumière diffusée latéralement par les liqueurs constituées par l'acide borique associé à des liquides dont l'indice est supérieur à son indice efficace est partiellement polarisée et a son plan de polarisation perpendiculaire au plan de diffusion (dichroïsme négatif). — M. **A. Berget** a réalisé un amplificateur microscopique comprenant un système divergent interposé entre l'oculaire et l'objectif et qui permet d'observer avec un fort grossissement un objet dont on ne peut pas beaucoup s'approcher. — M. **P. Vaillant** déduit de ses observations qu'il semble qu'une solution aqueuse entretient constamment au voisinage de sa surface une couche d'air saturée et que la vitesse avec laquelle elle s'évapore soit réglée uniquement par la vitesse avec laquelle cette couche se diffuse dans l'atmosphère ambiante. — M. **E. Mathias** a déterminé le diamètre rectiligne de l'acétylène; en le comparant à celui de CO^2, on voit que, malgré la différence des fonctions chimiques, les constantes *a* et *b* des deux gaz sont sensiblement identiques. — M. **A. Recoura** est parvenu à préparer le sulfate cuivreux Cu^2SO^4, en l'absence de l'eau, par double décomposition entre l'oxyde cuivreux et le sulfate neutre de méthyle. C'est une poudre blanc grisâtre, inaltérable dans l'air sec, mais instantanément décomposée par l'eau. — M. **P. Carré**, en condensant le dérivé magnésien du bromure de métaxylyle avec les aldéhydes formique, acétique et l'acétone, a obtenu les alcools métatolyléthylique, Eb. 112°-113° sous 10 mm., métatolylisopropylique, Eb. 119°-120° sous 18 mm., métatolylbutylique tertiaire Eb. 107°-108° sous 10 mm. — MM. **A. Seyewetz** et **L. Poizat** ont reconnu que le persulfate d'ammoniaque, en solution aqueuse neutre, acide ou alcaline, décompose vers 100° un grand nombre de dérivés nitrés et nitrosés avec production d'acide cyanhydrique. — M. **H. Gault** a obtenu l'éther α-oxalglutarique par condensation, en milieu éthéré, d'une molécule d'éther oxalique avec une molécule d'éther glutarique en présence de C^2H^5ONa. Cet éther se saponifie par HCl en acide α-cétoadipique, F. 124°. — M. **H. Arsandaux** montre que, dans les bauxites siliceuses, l'oxyde de fer est voisin de l'état anhydre, tandis que l'alumine est à un état moyen d'hydratation supérieur à celui du monohydrate. — M. **R. Huerre** a constaté que les variations apportées artificiellement à la réaction du milieu modifient considérablement l'activité des maltases du maïs; certaines espèces fournissent des enzymes dont le maximum d'activité s'exerce en milieu franchement alcalin, et d'autres en milieu neutre ou très légèrement acide. — MM. **Ch. Dhéré** et **H. Maurice** ont reconnu que la teneur en phosphore total des nerfs à l'état sec diminue en même temps que l'âge augmente; mais les teneurs en phosphore inorganique, lipoïde et nucléique varient inégalement, le premier diminuant, le second augmentant un peu, le troisième beaucoup. — M. **E. Gobbi** a préparé un filtre retenant les grains colloïdaux et les microbes en enroulant en hélice un ruban de nickel et en serrant les spires les unes contre les autres au moyen d'une vis; les interstices sont formés par des cotelures transversales ménagées sur l'une des faces du ruban.

3° Sciences naturelles. — M. **Marage** a reconnu que, pour qu'une respiration soit bonne chez un chanteur, il faut que la cage thoracique se dilate suivant toutes ses dimensions; la plupart des voix se perdent non pas tant par une mauvaise méthode que par une mauvaise respiration. — M. **F. Houssay** : Sur les conditions hydrodynamiques de la forme chez les Poissons. La *Revue* publiera prochainement un article de l'auteur sur cette question. — M. **A. Chauveau** montre que les inoculations d'humeur vaccinale en dilution progressive impliquent l'existence, dans l'humeur, d'éléments solidiens remplissant le rôle d'agents virulents; d'autre part, les expériences de diffusion excluent de toute participation à ce rôle les colloïdes que l'humeur vaccinale contient à l'état d'extra-fine émulsion. Il en résulte que les agents invisibles de la virulence de la vaccine sont bien des êtres vivants parasites. — M. **Ed. Heckel** a constaté que deux plantes appartenant à des familles distinctes (*Kalanchœ* et *Sarcocaulon*), mais vivant dans des conditions presque identiques (régions sèches du sud de Madagascar et de l'Afrique du Sud), possèdent dans l'épiderme une réserve de résines protectrices contre l'évaporation de l'eau. — MM. **A. Joly** et **L. Joleaud** ont reconnu que la partie centrale des hautes plaines constantinoises a appartenu à un plateau crétacé à structure tabulaire, traversé par des plis sahariens atténués, qui a été morcelé par des effondrements dans lesquels se sont épanchées de petites nappes triasiques. — M. **J. Boussac** a étudié la mutabilité chez les Cérithes mésonummulitiques du bassin de Paris. Tous les rameaux phylétiques des Cérithes varient en même temps; leurs périodes de mutation sont toutes synchroniques et coïncident avec les changements de faune généraux de la région.

Séance du 3 Mai 1909.

1° Sciences mathématiques. — M. **C. Guichard** présente ses recherches sur les systèmes singuliers de réseaux O associés. — M. **M. Fréchet** donne une définition du nombre de dimensions d'un ensemble

abstrait. — M. A. **Denjoy** a construit des fonctions analytiques uniformes qui restent continues sur un ensemble parfait discontinu de singularités. — M. A. **de Gramont de Guiche** a étudié le mouvement d'un disque dans un fluide. Il lance dans un milieu calme des corps entièrement libres et enregistre leur trajectoire, qu'il compare à celle des mêmes corps dans le vide. Il a trouvé que la formule de Duchemin est la seule acceptable. — M. Ph. **Bunau-Varilla** a déterminé les lois des pentes de l'eau dans un canal à largeur constante et à profondeur sensiblement constante réunissant une mer à marée et une mer sans marée ayant même niveau moyen. — M. H. **Larose** étudie le problème de l'armille avec deux ruptures. — M. Ch. **Fery** montre que, dans l'application de la loi de Stefan à l'Astronomie, on s'est trop exagéré l'importance du terme correctif relatif à l'absorption atmosphérique. Cette dernière, due en grande partie à la vapeur d'eau, ne doit pas être très grande, puisqu'elle produit son minimum d'effet dans la partie lumineuse du spectre, qui est celle du maximum de l'énergie solaire. — M. V. **Crémieu** a constaté que la balance de torsion peut servir de sismographe très maniable et très sensible, enregistrant des oscillations que les appareils pendulaires ne perçoivent pas.

2° Sciences physiques. — M. E. **Amagat**, en poursuivant ses recherches sur la pression intérieure des fluides, arrive à ce résultat que l'attraction intermoléculaire est en raison inverse de la quatrième puissance de la distance. — M. **de Broglie** est parvenu à photographier les mouvements browniens des particules en suspension dans un gaz en les éclairant par une lampe à arc et recevant les impressions dans un microscope muni d'une chambre photographique. — M. H. A. **Perkins**, en alimentant par un courant alternatif un tube de Geisler avec un condensateur en dérivation, a constaté que la décharge, d'abord continue, devient discontinue lorsqu'on augmente la tension. — M. G. **Meslin** a déterminé le dichroïsme magnétique d'une trentaine d'espèces minérales. A mesure que la biréfringence devient plus faible, l'aptitude à donner des liqueurs actives diminue ou le dichroïsme s'abaisse. — M. P. **Klein** a construit une pompe à mercure entièrement automatique, grâce au jeu d'un flotteur qui met alternativement l'appareil en communication avec une trompe à eau et avec l'atmosphère. — MM. W. **Waidner** et G. H. **Burgess** montrent que la divergence des chiffres trouvés par la méthode de rayonnement monochromatique du corps noir pour le point de fusion du platine est due à une connaissance insuffisante de la valeur exacte de la constante C^2 de l'équation de Wien. — M. A. **Leduc** a déterminé avec une grande exactitude les coefficients de dilatation moyens entre 0° et 100° et les coefficients vrais à 0° de vingt gaz sous la pression atmosphérique. — M. Alb. **Colson** a déterminé les conditions nécessaires aux réactions directes et le sens du courant électrique produit dans l'attaque des métaux par le soufre. Les chaleurs de formation n'ont pas d'influence sur les réactions directes irréversibles, dont l'allure est uniquement réglée par des conditions de température. — M. P. **Girard** donne une interprétation physico-chimique des différences de potentiel dans les tissus vivants; pour expliquer leur accroissement avec la température, il suffit d'admettre l'hypothèse d'une polarisation de la membrane cellulaire. — M. M. H. **Faucon** a étudié la congélation des mélanges d'eau et d'acide butyrique normal. Il n'a pas décelé l'existence d'hydrates. Au-dessus de — 3°8, les mélanges sont miscibles en toutes proportions; la température d'eutexie est de — 13°4. — M. H. **Pélabon** a étudié la fusibilité des mélanges d'or et de tellure; rien dans la courbe n'indique la formation d'un composé défini. Un eutectique renfermant 16,5 °/o d'or se solidifie à 415°. — MM. A. **Besson** et L. **Fournier** ont étudié l'action de divers oxydants sur le silicichloroforme. O pur et sec, à la lumière solaire, forme HC et Si^2Cl^6O; O^3 de même; avec AzO^2, on a : $SiHCl^3 + 2AzO^2 = SiO^2 + 2AzOCl + HCl$; SO^2 donne $S^2O^5Cl^2$. — M. E. **Rengade** a étudié le diagramme de fusibilité des mélanges de cæsium et de protoxyde de cæsium. Les courbes mettent en évidence l'existence de 4 sous-oxydes : Cs^2O, Cs^4O, Cs^7O^2 et Cs^3O, dont le 3e a pu être isolé. — M. G. **Austerweil**, en hydratant le pinène par la réaction de Bouchardat et Lafont, mais en opérant sous une forte pression, a obtenu un rendement très abondant en bornéol. — M. L. **Vignon** a étudié les conditions dans lesquelles certains colloïdes peuvent être teints. Les gelées amidon se comportent comme le coton, les gelées gélatine comme la laine et la soie vis-à-vis des colorants. — M. Ch. **Porcher** a reconnu que le tryptophane injecté se retrouve dans l'urine sous trois formes : une partie, soustraite à la destruction microbienne, empruntée la forme d'acide kynurique; l'autre partie donne des composés indologènes et des composés indoxyliques. — M. M. **Piettre**, en fractionnant la bilirubine des calculs biliaires, a obtenu une matière rouge orangé foncé, qui est la vraie bilirubine, et une matière couleur jaune de chrome, qu'il nomme biliflavine. Ces deux substances contiennent, à côté d'un noyau azoté, une chaîne grasse importante. — M. E. F. **Terroine** a constaté que les électrolytes accélèrent, à des concentrations variables pour chacun d'eux, l'activité lipasique du suc pancréatique. — M. H. **Mathieu** a étudié l'hydrolyse des protéines par les acides. La dégradation se fait de la même manière pour chacun d'eux; à même acidité, HCl est plus actif que H^2SO^4, et celui-ci que l'acide oxalique; à même concentration moléculaire, HCl et H^2SO^4 ont la même activité, l'acide oxalique une activité infiniment moindre.

3° Sciences naturelles. — M. P. **Vigier** a étudié le mécanisme de la synthèse des impressions lumineuses recueillies par les yeux composés des Diptères; cette synthèse se fait dans le periopticum par fusion des excitations semblables transmises par les neurommatidies. — M. P. **Marchal** a constaté que l'*Aphelinus mytilaspidis*, parasite des *Aspidiotus*, perce souvent, au moment de la ponte, le corps de son hôte, non pour déposer un œuf, mais pour se nourrir des liquides qui sortent. — M. E. **Hérouard** montre que le Scyphistome et la Méduse acraspède présentent tous deux un revêtement cellulaire spécial, différent de celui de la cavité gastrique, sur le pharynx, les entéroïdes et les filaments gastriques; cette similitude est l'indice d'une étroite parenté entre les deux groupes. — M. J. **Kunckel d'Herculais** a étudié le mécanisme de la capture des insectes par les fleurs d'Asclépiadées, en particulier d'*Araujia sericofera*. Il conclut que le rôle des Insectes dans la fécondation de ces plantes est très peu important. — MM. A. **Laveran** et A. **Pettit** ont trouvé chez un *Python Sebai* une hémogrégarine nouvelle, qu'ils nomment *H. Sebai*. Dans le poumon de l'animal, ils ont également trouvé quatre Pentastomes, dans le tube digestif desquels on rencontrait la même hémogrégarine. — M. J. **Dumont** montre que les agriculteurs auraient tout intérêt à employer les superphosphates en mélange avec le fumier de ferme; la grande valeur fertilisante des engrais à base de matière noire dépend surtout de leur richesse en humophosphates. — M. L. **Vandernotte** a étudié les roches de la bordure orientale du massif armoricain. Ce sont des gabbros normaux, des gabbros à olivine et des gabbros-norites. — M. L. **Gentil** a constaté que la région du détroit de Gibraltar correspond à une aire d'ennoyage des plis de la chaîne du Rif; l'effondrement du détroit se serait produit dans la partie la plus basse, au début du Pliocène. — MM. A. **Viré** et A. **Piédallu** ont exploré une grotte naturelle, mise à jour par les travaux de percement d'un puits, à la Bosse (Loir-et-Cher). Cette grotte est due à l'action d'eaux souterraines sur les calcaires. — M. Alf. **Carpentier** décrit quelques graines et microsporanges de Ptéridospermées trouvées dans le bassin houiller du Nord.

Séance du 10 Mai 1909.

1° Sciences mathématiques. — M. **E. Goursat** annonce qu'il a publié en 1903 une démonstration du théorème d'existence des fonctions implicites identique à celle qu'a donnée récemment M. Stekloff. — M. **G. Kolossoff** présente ses recherches sur les problèmes d'élasticité à deux dimensions. — M. **M. d'Ocagne** indique par quels moyens et dans quelles conditions on peut représenter nomographiquement des équations à quatre variables. — M. **M. Caron** décrit un dispositif de surfaces portantes pour aéroplane : les surfaces sont reliées au corps de l'appareil, non point d'une façon rigide, mais par l'intermédiaire d'un axe perpendiculaire au plan de symétrie de l'appareil et passant au bas de la surface et au-dessus du centre de gravité du corps de l'appareil; on réduit ainsi considérablement les couples perturbateurs. — M. **M. Ringelmann** a déterminé l'énergie nécessaire au pétrissage mécanique. Les meilleurs pétrins ont exigé de 44.000 à 58.000 kilogrammètres pour préparer 172, 75 kilogs de pâte ferme. — MM. **H. Deslandres** et **L. d'Azambuja** ont reconnu que l'apparition des plages faculaires noires dans les images du Soleil avec les raies de l'hydrogène est due, pour une large part, non à des particularités dans le pouvoir émissif ou absorbant de l'hydrogène, mais à un défaut du spectrohéliographe, dont la fente de largeur constante ne peut isoler complètement une raie de largeur variable. — MM. **Ch. Fabry** et **H. Buisson** ont comparé les raies du fer dans le spectre solaire à celles de l'arc au fer dans le vide; les déplacements des raies anormales sont de même sens et de même valeur que pour les raies normales.

2° Sciences physiques. — M. **Aubert** a étudié les phénomènes de thermo-endosmose à travers diverses membranes. Pour une membrane déterminée, le débit est proportionnel à la surface de la membrane, indépendant du temps, et croissant avec la différence de température entre les deux couches liquides. — M. **G. Moreau** a déterminé la charge de l'ion négatif d'une flamme, en partant de la formule donnée par la théorie cinétique. La moyenne de ses résultats est de $4,3 \times 10^{-10}$ unités électrostatiques. — M. **E. Caudrelier** montre que la présence de stries lumineuses dans l'étincelle produite sur une coupure placée dans le circuit de décharge d'un inducteur est due en grande partie à l'action de l'air ionisé de la coupure. — M. **L. Sémat** présente un télautocopiste pour la transmission à distance des dessins, écritures et images. L'image est imprimée sur une feuille métallique enroulée sur un cylindre; le style émetteur repose sur cette feuille et envoie dans la ligne des émissions de courant lorsqu'il rencontre des parties conductrices de la feuille métallique. — MM. **Colin** et **Jeance** décrivent un système de téléphonie sans fil caractérisé par : 1° la disposition des électrodes négatives des arcs assurant leur fixité; 2° l'utilisation d'un circuit intermédiaire permettant d'obtenir une oscillation simple constante; 3° la disposition et la constitution de l'ensemble microphonique. — MM. **Gacogne** et **A. Léauté** ont constaté que toute ligne sur laquelle sont branchés des transformateurs industriels doit être considérée comme parcourue, à cause de la capacité de ces appareils et tout au moins dans leur voisinage, par des courants oscillatoires de grande fréquence. — M. **L. Frischauer** a reconnu que l'exposition aux rayons du radium augmente sensiblement la vitesse de cristallisation du soufre en gouttelettes microscopiques; les rayons β paraissent surtout intervenir. — M. **A. Debierne** a condensé l'émanation du radium dans l'air liquide entre — 150° et — 175°. L'émanation gazeuse, conservée dans de petits tubes à la pression atmosphérique, est le siège de décharges électriques spontanées, visibles en plein jour. — M. **Ed. Chauvenet** a constaté que le chlorure de thorium anhydre se combine aux chlorures alcalins pour donner des composés $ThCl^4.2MCl$ avec les métaux Li, Na, K, Rb et Cs, et $ThCl^4.4MCl$ avec Rb et Cs. Exceptionnellement, le chlorure d'ammonium fournit $ThCl^4.AzH^4Cl$. — M. **J. Bougault** montre que 1 mol. d'acide glyoxylique se combine à 2 mol. d'acétophénone pour donner de l'acide diphénylacétique. — M. **T. Klobb** a reconnu que l'anthéstérol retiré de l'*Anthemis nobilis* peut exister sous 3 modifications, de même que son benzoate. Il ne s'agit pas de stéréoisomères, les pouvoirs rotatoires étant de même sens, mais peut-être de polymorphisme.

3° Sciences naturelles. — M. **Foveau de Courmelles** a observé une régularisation des excrétions des malades soumis à la d'arsonvalisation. — M. **E. Doumer** signale sept cas de flux hémorroïdaires déplétifs, conséquence de l'hypertension artérielle, qui ont été guéris par l'application de la d'arsonvalisation. — M. **R. Odier** a trouvé sur les pépins des fruits de *Sambucus racemosa*, employés à préparer un sirop contre le cancer, un *Saccharomyces* faisant fermenter les sucres. — MM. **Cl. Regaud** et **G. Dubreuil** ont observé deux œufs de lapins à deux germes, contenus dans une enveloppe commune d'albumine sécrétée par l'oviducte. — M. **L. Léger** a observé une maladie parasitaire des jeunes alevins de truite, la costiase, due à un Flagellé ectoparasite, le *Costia necatrix*. Un traitement consistant à tenir les sujets malades pendant 15 minutes dans un bain d'eau formolée lui a donné d'excellents résultats. — M. **H.-A. Brouwer** a étudié une foyaïte à aegyrine, tachetée blanc, rouge et bleu, du Transvaal, qui constitue une syénite néphélinique à sodalite.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 27 Avril 1909.

M. **L. Vaillard** étudie l'épidémie de méningite cérébro-spinale qui a sévi sur la garnison d'Evreux et s'est transmise à un certain nombre de personnes ayant été en contact avec les soldats et les réservistes rentrés dans leur foyer. De ces faits, il ressort que la méningite cérébro-spinale est beaucoup plus contagieuse qu'on ne le croit; en outre, le malade et le convalescent ne sont pas seuls contagieux: des personnes saines servent de propagateur au méningocoque. Le traitement par le sérum antiméningococcique a donné des résultats absolument démonstratifs. L'auteur recommande une série de mesures prophylactiques à appliquer dans les casernes. — MM. **A. Chantemesse** et **E. Valude** montrent que des foyers d'ophtalmie granuleuse ou trachome sont en train de se créer à Paris par les passages de certains émigrants orientaux allant en Amérique. Ce sont surtout les 4e, 11e et 12e arrondissements, où logent ces émigrants, qui sont atteints. Il y aurait lieu de modifier la loi antique qui régit l'émigration. — M. le Dr **G. Ballet** donne lecture d'une étude sur la descendance des paralytiques généraux. — M. le Dr **Grancher** lit un travail sur un cas de purpura et d'endocardite végétante due au tétragène. — M. le Dr **Voisin** présente une étude ayant pour titre : Recherches sur la délinquence juvénile.

Séance du 4 Mai 1909.

M. **A. Netter** présente quelques observations nouvelles sur la récente épidémie de méningite cérébro-spinale. La contagion directe, immédiate, par les locaux ou par les objets inertes ne paraît jouer aucun rôle; tout cadre, au contraire, avec l'intervention des porteurs de germes, anciens malades ou sujets sains; c'est ceux-ci qu'il faut chercher à rendre inoffensifs. La virulence et la diffusion des méningocoques varient suivant les saisons; elles sont maxima en hiver et au printemps, époques de prédilection des épidémies. La sérothérapie donne des résultats toujours plus satisfaisants; le sérum de Flexner paraît le meilleur; les chances de succès sont plus grandes à mesure que les sujets sont plus avancés en âge. — M. **Motais** montre qu'au point de vue oculaire, les métiers applicants

comprennent, en France, plus de 1.500.000 ouvriers des deux sexes, qui usent leurs yeux dans des conditions d'hygiène le plus souvent défectueuses. Les métiers dangereux comprennent au moins 1.750.000 ouvriers exposés à des accidents oculaires graves par des poussières et des vapeurs irritantes ou caustiques et par des corps étrangers. En fait, beaucoup d'ouvriers sont atteints, chaque année, de lésions oculaires dues au travail, produisant la cécité ou la demi-cécité. Cet état de choses, qui cause les plus graves préjudices aux intéressés et à la société entière, pourrait être prévenu dans une large mesure par une série de mesures législatives que détaille l'auteur et par l'éducation des ouvriers. — Le même auteur signale les bons effets qu'il a obtenus dans le traitement de l'ophtalmie des nouveau-nés par le protargol au 1/5; il est complètement inoffensif et aussi actif que le nitrate d'argent, qui n'est pas toujours sans danger. — M. le Dr **Truc** lit un travail sur un cas de guérison de lèpre oculo-cutanée par injection intra-veineuse de cyanure de mercure. — M. le Dr **P. Marie** donne lecture d'un travail sur une autopsie de dysostose cléido-cranienne héréditaire.

Séance du 11 *Mai* 1909.

M. **M. de Fleury** est élu membre associé libre de l'Académie.

M. **L. G. Richelot** apporte de nouveaux faits contre la doctrine de l'abstention en matière d'appendicite chronique; il signale divers cas où sur l'appendicite s'était greffé un cancer, qui aurait pu évoluer dangereusement pour le malade sans une intervention. — M. **J. Bertillon** lit un travail sur le degré de fréquence de la phtisie pulmonaire dans ses rapports avec l'alcoolisme, d'après les statistiques les plus récentes.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 1er *Mai* 1909.

M. **H. Roger** a reconnu que, à l'inverse des peptones, les produits de dégradation plus avancés des albumines, ou produits albiurétiques, ne sont pas toxiques et sont très peu hypotensifs. — MM. **L. Babonneix** et **P. Harvier** ont examiné les encéphales d'animaux morts de tétanie consécutive à une thyroparathyroïdectomie; ils présentent des lésions surtout vasculaires (congestions et hémorragies de la pie-mère) et nerveuses. — M. **E. Maurel** a étudié l'influence de la voie d'administration sur les doses minima mortelles de digitaline cristallisée sur la grenouille, le pigeon et le lapin. — MM. **P. Bouin** et **P. Ancel** ont reconnu que le corps jaune détermine les phénomènes qui se produisent normalement dans l'utérus pendant la première partie de la gestation et conditionne les multiplications cellulaires qui provoquent le développement de la glande mammaire. — MM. **J. Sabrazès** et **R. Dupérié** ont obtenu une excellente coloration par la thionine picriquée des préparations de pièces syphilitiques imprégnées à l'argent. — M. **G. Seillière** montre que, chez les Mammifères, la digestion des pentosanes alimentaires est complètement sous la dépendance des phénomènes microbiens du tube digestif. — M. **P. Vigier** montre que chaque cellule réticulaire de l'œil composé des Arthropodes émet une fibre nerveuse qui se rend au périopticum et s'y termine librement en contribuant à la formation d'une neurommatidie. — M. **A. Fontes** a constaté, contrairement à M. Hawthorn, que la glycérine est un excellent milieu de conservation pour les bacilles des crachats tuberculeux. — M. **Em. Guyénot** a étudié les caractères des papilles de la trompe des Lépidoptères de la tribu des *Nymphalinæ*. — M. **E. Hédon** a constaté qu'une transfusion continue, par circulation carotidienne croisée, entre un chien normal et un chien dépancréaté fortement glycosurique abaisse la glycosurie chez ce dernier, sans la faire disparaître; après la séparation, le diabète évolue comme d'habitude chez le dépancréaté, tandis que la glycosurie disparaît chez le normal. — MM. **Ed. Chatton** et **Em. Roubaud** ont observé une grande rareté des formes sporulées de l'*Amœbidium recticola*, parasite du rectum des larves de Simules, ce qui tient à ce que la sporulation n'a lieu qu'au moment de la mue de l'hôte. — MM. **M. Parvu** et **Ch. Laubry** ont reconnu que, dans le sang du fœtus d'une mère infectée d'échinococcose, on ne constate pas la présence d'anticorps spécifiques, alors même que la réaction de fixation décèle leur présence dans le sang maternel. — M. **A. Sartory** a étudié les caractères biologiques du *Pseudo-absidia vulgaris* du crottin de cheval; il ne s'est pas montré pathogène pour le cobaye ni le lapin. — M. **P. F. Armand-Delille** montre que la cuti-réaction et la déviation du complément sont, au même titre, des manifestations anaphylactiques indiquant le développement d'anticorps lytiques dans l'organisme infecté de tuberculose. — M. **A. Delcourt** a observé l'apparition brusque, chez le *Drosophila confusa*, d'une variété caractérisée par une nervure supplémentaire de l'aile; cette variation s'est montrée héréditaire. — MM. **W. Mestrezat** et **J. Anglada** signalent un cas de xanthochromie du liquide céphalo-rachidien dans un ictère par rétention avec urobiline et hyperglucosurie.

Séance du 8 *Mai* 1909.

M. **A. Grigaut** décrit un procédé pour la recherche de l'urobiline dans le sang et les humeurs de l'organisme, basé sur l'observation de la fluorescence qui se développe après addition de $FeCl^3$ et d'acide acétique. — MM. **M. Doyon** et **Cl. Gautier** montrent que la bile, injectée dans une veine mésaraïque ou dans le canal cholédoque, produit l'incoagulabilité du sang, la baisse de la pression artérielle et la narcose. — MM. **Larat**, **R. Voisin** et **L. Tixier** ont observé des altérations de la contractilité musculaire au cours de l'ostéopsathyrose (fragilité osseuse). — M. **R. Voisin** a constaté l'arrêt du sang au cours d'une saignée durant une crise d'éclampsie; c'est une preuve de l'existence d'un spasme périphérique des capillaires, donc d'une augmentation de la pression artérielle dans l'éclampsie. — M. **A. Lévy-Franckel** a observé, chez les nouveau-nés hérédo-syphilitiques, diverses lésions de l'aorte qui expliquent les lésions athéromateuses plus accusées qu'on trouve chez les hérédo-syphilitiques plus âgés. — M. **V. Pachon** montre que, si l'on vient à exercer autour d'une artère ou d'un segment de membre une pression concentrique, le pouls de l'artère ou le pouls total du membre présente la plus grande amplitude quand la valeur de la pression concentrique est juste égale à celle même de la pression artérielle constante ou minima. — MM. **Ch. Achard** et **L. Ramond** ont diagnostiqué par le rouge neutre l'état de vie ou de mort des leucocytes dans les liquides pathologiques; les leucocytes morts paraissent se trouver principalement dans les processus aigus. — M. **H. Bierry** a trouvé dans le suc gastro-intestinal d'*Helix pomatia* une diastase (rhamnino-rhamnase) capable d'effectuer le dédoublement du rhamninose jusqu'au rhamnose. — M. **J. Troisier** a observé des cas d'urobiligénie d'origine hémolytique, qui montrent une corrélation entre la diminution de la résistance globulaire et la production d'urobiline dans le sérum. — M. **G. Bouet** décrit diverses Hémogrégarines trouvées chez des reptiles de l'Afrique occidentale française. — M. **L. Gaucher** a constaté que le fluorure de sodium produit un retard dans la sécrétion du suc gastrique et encore plus dans celle de la bile, et diminue la motricité gastrique; il est émétique. — MM. **L. Gaucher** et **Glaussérand** ont isolé d'une eau de Vals un bacille chromogène nouveau; ses cultures ont une coloration rouge, qui pâlit ensuite. — MM. **Ed. Retterer** et **Aug. Lelièvre** montrent que les cellules du myocarde possèdent, outre le noyau, une charpente chromophile et élastique, qui émet des ramuscules latéraux pénétrant

dans le corps des fibres-cellules pour se continuer avec le réticulum chromophile et élastique de celles-ci. — MM. Ch. **Laubry** et **M. Parvu** ont constaté que la réaction de Wassermann est positive dans la majorité des cas, au cours de l'anévrisme de l'aorte, ce qui est une preuve nouvelle en faveur de l'origine syphilitique de cette affection. — M. **P. Boveri** a reproduit expérimentalement l'artériosclérose chez le singe par l'action de l'adrénaline et du tabac. — M. **T. Yamanouchi** a reconnu que les tumeurs cancéreuses produisent dans l'organisme des souris un état de sensibilité spécifique à l'injection des mêmes tumeurs.

RÉUNION BIOLOGIQUE DE BORDEAUX

Séance du 30 *Mars* 1909.

M. **R. Brandeis** a observé, dans un cancer du sein, des corps d'aspect parasitique, qui sont en réalité des concrétions minérales, vraisemblablement phosphatiques. — MM. **J. Gautrelet** et **L. Thomas** ont reconnu que le sérum de chien décapsulé et mort de son insuffisance rénale, injecté à un autre animal, produit une baisse de pression. — MM. **J. Bergonié** et **L. Tribondeau** décrivent leur technique pour l'emploi du courant fulgurant; le muscle semble attirer l'étincelle presque autant que le tissu néoplasique, le tissu graisseux pas du tout. — Les mêmes auteurs ont étudié la fulguration des microbes; la stérilisation absolue en surface est facile; en profondeur, au contraire, on ne peut compter que sur un effet partiel. — M. **P. Mauriac** montre qu'à tout individu présentant des symptômes de nature douteuse, même dans les cas où la syphilis semble improbable, on doit appliquer la séroréaction de Wassermann, qui, positive, est une indication presque absolue de la maladie. — M. **E. Poyarkoff** a reconnu que le corps gras de la Galéruque de l'orme joue un rôle phagocytaire pendant la métamorphose; l'intestin moyen est une simple forme de passage entre l'intestin larvaire et l'intestin imaginal, sans aucune signification phylogénétique.

RÉUNION BIOLOGIQUE DE NANCY

Séance du 30 *Mars* 1909.

MM. **G. Etienne, Rémy** et **Boulangier** ont constaté que la réaction à la tuberculine des tuberculeux âgés se traduit par une diminution des mononucléaires, alors que les lymphocytes vrais augmentent de nombre. — MM. **M. Lucien** et **J. Parisot** ont observé une augmentation manifeste du poids absolu et du poids relatif de la thyroïde chez les animaux soumis aux injections intraveineuses répétées d'extrait hypophysaire. — M. **Dufour** expose quelques idées intéressantes d'Ostwald en Chimie biologique. — MM. **A. Charpentier** et **Th. Guilloz** rappellent qu'ils ont préparé le mercure colloïdal par un procédé analogue à celui décrit récemment par M. Ehrenhaft (p. 100).

RÉUNION BIOLOGIQUE DE MARSEILLE

Séance du 20 *Avril* 1909.

MM. **Simond, Aubert** et **Noc** ont constaté l'existence, à l'état épizootique, de la spirillose des poules à la Martinique; le spirochète est transmis à la poule par la piqûre de l'*Argas miniatus*. — M. **C. Gerber** a observé sur les branches d'arbres un maximum de la teneur en présure en été et un minimum en hiver; dans la feuille, le maximum se présente au printemps, dans le bourgeon. — Le même auteur montre que HCl et les chlorures alcalins jouent un rôle prépondérant dans la coagulation gastrique des laits citratés. — MM. **C. Juge** et **Ed. Hawthorn** ont reconnu que le liquide dont la fulguration provoque la sécrétion sous la peau est une véritable lymphe. L'effet de la fulguration sur le sang consiste surtout en une hyperleucocytose marquée, avec polynucléose, abaissement du taux des grands mononucléaires et apparition de myélocytes.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 2 *Avril* 1909.

M. **Ch. Féry** : *Sur l'absorption sélective des corps noirs.* Quelques expériences préliminaires ont démontré à l'auteur la forte absorption sélective des corps noirs usuellement employés pour mesurer l'énergie rayonnante. La mesure comparée de l'échauffement d'un cône et d'une plaque recouverts de noir de platine et soumis au même rayonnement lui a donné les valeurs suivantes :

TEMPÉRATURE absolue	λ_m correspondant	POUVOIR absorbant
2940°	1μ	100,0
1470	2	98,5
980	3	96,0
735	4	92,0
587	5	85,0
490	6	78,0
420	7	78,5
368	8	88,0

λ_m est tiré de la loi du déplacement : $\lambda_m \theta = 2.940$. M. Féry a pensé qu'il était important de déterminer de nouveau en valeur absolue, et en employant un récepteur intégral, le coefficient de la loi de Stefan a et la quantité $\sigma = \pi a$ déterminée par Kurlbaum avec un bolomètre à lames planes noirci au noir de platine. Dix-huit mesures effectuées entre 530° et 1250°C. lui ont donné pour σ la valeur constante $\sigma = 6,30$: la différence de $+18,4$ % avec l'ancien coefficient adopté 5,32 est bien de l'ordre que faisaient prévoir les mesures préliminaires. Le récepteur dans ces mesures était un cône noirci dont l'angle au sommet avait 30°. Dans ces conditions, le nombre de réflexions imprimées aux rayons suivant la réflexion régulière est de $\frac{180°}{30°} = 6$. L'étalonnage en watts était obtenu en lançant un courant dans un fil de manganine isolé, enroulé dans un filetage tracé sur le cône; une enveloppe polie extérieure protégeait le cône. Ces mesures montrent l'erreur commise dans la mesure de l'énergie rayonnante en employant un récepteur sélectif. Aussi bien pour la mesure de la répartition de l'énergie dans le spectre que pour la détermination de la constante solaire par les actinomètres, il sera nécessaire, dorénavant, de recourir à l'emploi d'un récepteur intégral permettant seul d'appliquer correctement les lois du rayonnement. — M. **A. Dufour** : *Sur l'hypothèse de l'existence d'électrons positifs dans les tubes à vide.* M. A. Dufour a été amené à s'occuper de ces électrons à cause de leur introduction possible dans l'explication des phénomènes de Zeeman anormaux. Il rappelle d'abord les expériences de M. J. Becquerel sur ce sujet dans les tubes à vide [1] à plusieurs cathodes et anodes. M. A. Dufour, qui a utilisé d'abord des tubes aussi identiques que possible à ceux de M. J. Becquerel, est d'accord avec lui au sujet des constatations expérimentales; ce n'est que sur les valeurs numériques des faibles pressions convenant le mieux aux expériences qu'il y a un désaccord. M. J. Becquerel a été amené à attribuer à des électrons positifs ce qui forme le faisceau déviable, à cause de la grande déviation qu'il subit sous l'influence d'un champ magnétique faible. M. A. Dufour montre, par diverses expériences, que cette opinion est inexacte et que *le faisceau positif déviable n'est qu'un afflux secondaire prolongé par un faisceau-canal.* Après quelques considérations sur la formation de ces afflux secondaires, M. A. Dufour termine en faisant remarquer que jusqu'à présent, tandis que l'explication du phénomène de Zeeman par les électrons négatifs est appuyée par des faits expérimentaux bien constatés relatifs aux rayons cathodiques, il n'y a

[1] Voir la *Revue* du 15 août 1908, t. XIX, p. 598.

actuellement rien de comparable pour l'explication des phénomènes de Zeeman anormaux à l'aide d'électrons positifs. M. **Jean Becquerel** fait observer que les résultats de M. Dufour diffèrent, sur plusieurs points, de ceux qu'il avait obtenus. Il ne peut indiquer, du moins pour le moment, la cause des divergences entre les résultats de M. Dufour et les siens; il propose de reprendre ses expériences en commun avec M. Dufour, estimant que c'est le seul moyen d'arriver à un accord définitif. Au sujet de l'interprétation des expériences, M. Jean Becquerel proteste contre l'idée que lui ont attribuée plusieurs physiciens, qui ont voulu voir dans ses conclusions une affirmation absolue de l'existence des électrons positifs. Il s'agit seulement d'une *hypothèse*, et ce mot seul suffit à faire comprendre le caractère de l'interprétation. L'hypothèse des électrons positifs n'a d'ailleurs pas été émise uniquement à cause de l'existence de rayons positifs déviables dans certains tubes à vide; elle a été préconisée par M. Becquerel principalement pour expliquer le phénomène de Zeeman de sens contraire au sens attribuable à des électrons négatifs. M. Dufour, qui avait tout d'abord adopté l'hypothèse des électrons positifs, la combat à cause de l'existence de doublets dont les composantes ne semblent pas pouvoir être totalement supprimées par un analyseur circulaire convenablement orienté. M. Jean Becquerel ne peut accepter l'interprétation de M. Dufour, qui attribue l'effet à une *polarisation incomplète* de la lumière et qui, par suite, appelle *résidus de polarisation* les faibles bandes qui, dans les spectres juxtaposés de deux vibrations circulaires inverses, paraissent prolonger les composantes principales. La polarisation étant l'effet primordial dans le phénomène de Zeeman, il est inadmissible que des vibrations puissent changer de période sans être polarisées. M. Becquerel a donc pensé que les prétendus *résidus* étaient de nouvelles composantes, distinctes des autres et *polarisées* ; l'expérience a justifié cette prévision. Ces résultats ne sont établis que pour les cristaux. M. Jean Becquerel ne sait si les effets sont les mêmes pour les spectres cannelés des vapeurs, mais il est persuadé que la *polarisation incomplète* et les *résidus* ne sont qu'une apparence. M. **A. Dufour** estime que, quoi qu'il en soit, dès maintenant il a atteint le *seul* but qu'il s'était proposé dans sa Communication et qui est le suivant : il croit avoir démontré expérimentalement que M. J. Becquerel *n'a pas établi* l'existence d'électrons positifs *dans les tubes à vide*, et que l'explication des propriétés du faisceau positif déviable ne nécessite nullement l'hypothèse de l'existence d'électrons positifs. M. **H. Moulin** rappelle que l'ensemble de nos connaissances actuelles sur les centres positifs ne semble pas en accord avec l'hypothèse des *électrons* positifs. — M. **Henri Abraham** : *Hystérésigraphe*. L'instrument, tel qu'il est présenté à la Société, est un appareil de démonstration destiné à faire voir *en projections* le tracé instantané, très lumineux et à grande échelle, des courbes d'aimantation. Un échantillon de fer est placé dans une bobine magnétisante convenable parcourue par un courant alternatif. La courbe qu'on veut tracer doit avoir pour abscisses les valeurs du champ magnétisant, et pour ordonnées les valeurs du flux à travers l'échantillon de fer. Or, on sait que le rhéographe permet d'imprimer à un rayon lumineux des déviations instantanées exactement proportionnelles à l'une ou à l'autre de ces deux quantités, selon qu'on emploie l'une ou l'autre des combinaisons de circuits qui ont été indiquées antérieurement. Il suffit donc de combiner optiquement les déviations des deux équipages de rhéographes ainsi disposés et oscillant à angle droit, pour voir la courbe d'hystérésis se tracer instantanément sur l'écran. L'expérience est faite en séance avec deux équipages de rhéographes dont l'un est dans sa position ordinaire, avec axe d'oscillation vertical, tandis que l'autre est couché de façon à avoir son axe d'oscillation horizontal. Chacun des deux miroirs oscillants se trouve au foyer d'une lentille, placée entre les deux appareils, l'image de l'un des miroirs se faisant sur l'autre; et il n'y a comme réglage qu'à mettre au point sur l'écran l'image du point lumineux fixe que fournit la lanterne de projection ordinaire. Cette disposition de deux rhéographes croisés peut servir aussi à tracer plusieurs autres courbes fermées qui offrent un certain intérêt dans l'étude des courants alternatifs : par exemple, la courbe dont les aires élémentaires représentent les quantités d'énergie EI *dt* débitées à chaque instant par le circuit.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE FRANCE

Séance du 26 *Mars* 1909.

M. **Justin-Mueller** a étudié l'absorption comparative du charbon de sang et des fibres textiles. Il arrive aux conclusions suivantes : Le charbon de sang est colloïdalement « inactif » ; il absorbe sans se trouver dans des conditions spéciales. Les fibres textiles, la laine en particulier, sont colloïdalement « actives » et n'absorbent que lorsque leur activité colloïdale est mise en jeu par des conditions particulières. Chevreul a attribué le phénomène d'absorption du charbon de sang à son affinité capillaire; l'absorption des corps qui sont colloïdalement actifs se comportant différemment, l'auteur l'attribue à leur affinité colloïdale. Cette absorption dépend, d'une part, du coefficient de solubilité du produit à absorber dans le dissolvant, d'autre part, du coefficient d'absorption du corps absorbant se trouvant dans l'état d'activité colloïdale; il s'établit, dans des conditions déterminées, un équilibre inversement proportionnel entre les deux coefficients. — M. **P. Nicolardot** montre qu'on peut expliquer l'attaque, par le chlorure de soufre, de certains métaux et métalloïdes par la formation préalable d'un sulfure. Quoique la chaleur de formation des chlorures soit supérieure à celle des sulfures, c'est pourtant, dans tous les cas étudiés (Fe, Hg, Cu, Ag, etc.), un sulfure qui se forme tout d'abord; ce sulfure est attaqué ensuite par le chlorure de soufre non décomposé, avec formation de chlorures. Le chlorure le moins chloré prédomine dans le mélange final. — M. **F. Bourion** rappelle, à ce propos, ses travaux avec M. C. Matignon sur l'action chlorurante d'un mélange de Cl et de bichlorure de soufre, puis du chlorure de soufre seul, sur les oxydes et sels métalliques. L'action du premier mélange sur le platine le transforme en sulfure platineux à une température voisine du rouge. — M. **M. Delépine** fait observer que la formation de sulfure métallique signalée par M. Nicolardot n'est pas nécessairement en désaccord avec le principe du travail maximum, S^2Cl^2 étant un composé défini. — M. **H. Copaux** a reconnu que les borotungstates sont intermédiaires entre les silico- et les méta-tungstates. Il propose donc de considérer les métatungstates eux-mêmes comme des tungstates complexes, des *hydrotungstates*, $[3H^2O.24TuO^3]\,6M^2O + Aq$. Les métatungstates ont, en effet, les mêmes propriétés générales que les boro-, silico-et phospho-tungstates ; l'acide métatungstique et ses sels de K et de Ba sont isomorphes avec les composés boro- ou silico-tungstiques correspondants. — M. **V. Auger** a étudié les composés stanniques halogénés du type $Sn X^a Y^{4-a}$, spécialement les trois io dobromures $SnBr^3I$, $SnBr^2I^2$ et $SnBrI^3$. Il résulte de ses recherches que, de $SnBr^4$ à SnI^4 en passant par tous les produits intermédiaires, il y a continuité de propriétés physiques et qu'il n'y a pas lieu d'envisager les composés mixtes décrits jusqu'ici comme individualités chimiques. — M. **M. Tiffeneau** a obtenu les alcools vinyliques par deux méthodes : 1° action de K^2CO^3 seul ou de CH^3CO^2K suivi de KOH alcoolique sur les dibromures allyliques aromatiques, ou action de AgOH sur les iodhydrines styroléniques aromatiques ; 2° saponification ménagée des acétates vinyliques obtenus comme produits secondaires dans l'action prolongée de l'anhydride acétique sur les glycols primaires tertiaires. Les

alcools vinyliques fonctionnent exactement comme tous les autres alcools non saturés; leur propriété caractéristique consiste dans leur facile transformation en aldéhyde par l'action de la chaleur ou des acides minéraux. Ils possèdent néanmoins une stabilité relative : certains peuvent être distillés dans le vide et bouillent alors environ 30° plus haut que l'aldéhyde correspondant et 10° plus haut que l'alcool saturé.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

Séance du 11 Février 1909.

MM. C. Dorée et J. A. Gardner : *L'origine et la destinée du cholestérol dans l'organisme animal.* III. *L'absorption du cholestérol dans l'intestin et son apparition dans le sang.* Les auteurs, d'après le résultat d'expériences déjà décrites et en considérant le travail d'autres savants, ont été conduits dans ce Mémoire à formuler l'hypothèse suivante quant à l'origine et à la destinée du cholestérol dans l'organisme animal : 1° Le cholestérol est un constituant constant de toutes les cellules, et, lorsque ces cellules sont détruites, le cholestérol n'est pas rejeté comme un produit inutile, mais sert à la formation de nouvelles cellules. 2° Une des fonctions du foie est de détruire les cellules mortes, par exemple les corpuscules sanguins, et d'éliminer leur cholestérol dans la bile. 3° Après que la bile a passé dans l'intestin dans le processus de la digestion, le cholestérol est réabsorbé, probablement sous forme d'éthers, avec les sels biliaires, et transporté par le sang dans les centres et tissus variés pour sa réincorporation dans la constitution de nouvelles cellules. 4° Le cholestérol n'est probablement pas synthétisé dans le corps animal, et toute perte de cholestérol est remplacée par l'absorption directe de celui qui est dans le sang. Dans le but de prouver cette hypothèse, les auteurs ont entrepris des expériences détaillées. En nourrissant des lapins avec une nourriture exempte de cholestérol ou de phytostérol, on ne trouve pas de cholestérol dans les fèces. Lorsque, cependant, on ajoute des quantités mesurées de cholestérol à cette nourriture, une certaine proportion est toujours absorbée. Les analyses du sang de ces animaux ont montré une augmentation dans la teneur en cholestérol dans le cas d'animaux nourris avec le cholestérol, comparés avec ceux nourris sans cholestérol. Des expériences similaires, entreprises sur des chiens, ont prouvé que le cholestérol est aussi absorbé de leur nourriture. — **MM. G. W. Ellis et J. A. Gardner** : *L'origine et la destinée du cholestérol dans l'organisme animal.* IV. *La teneur en cholestérol des œufs et des poulets.* Ce Mémoire contient le compte rendu d'un certain nombre d'expériences entreprises dans le but d'obtenir la preuve de la réalité de l'hypothèse récemment émise, que le cholestérol est strictement conservé dans l'organisme animal, et qu'il n'est pas synthétisé par l'animal, mais pris dans son organisme comme nourriture, du moins chez l'animal en état de croissance. Les expériences décrites consistent dans un certain nombre d'estimations du cholestérol dans la substance insaponifiable totale obtenue des œufs de poules et des poulets fraîchement éclos. Ces estimations ont été faites avec autant de précision que possible et les résultats ne laissent aucun doute sur le fait qu'il ne se produit aucune augmentation de cholestérol pendant le changement de l'œuf en l'assemblage compliqué de cellules constituant le poulet nouvellement éclos. Les résultats semblent indiquer un pourcentage de cholestérol légèrement inférieur dans le poulet par rapport à l'œuf, mais cette différence peut être due à des difficultés expérimentales lors de l'extraction de tout le cholestérol des tissus du poulet. — **M. H. C. Ross** : *La détermination d'un coefficient par lequel on peut mesurer la vitesse de diffusion d'une couleur et d'autres substances dans des cellules vivantes et par lequel les bactéries et les autres cellules peuvent être différenciées.* Lorsqu'on répand du sang frais sur une pellicule d'agar qui contient la couleur d'Unna et certains sels, la couleur se diffuse dans les cellules vivantes, et la rapidité de diffusion dépend de certains facteurs. Elle est accélérée par la chaleur et naturellement par le temps. Si la gelée est alcaline, la diffusion est aussi accélérée. Les acides et les sels neutres l'arrêtent. On a trouvé que, lorsqu'une classe de cellules se colore sur une pellicule d'agar donnée, d'autres classes ne se colorent pas. En altérant légèrement la constitution de l'agar, par exemple en ajoutant plus d'alcali, d'acide ou de sels, ou en essayant une température différente, etc., la catégorie de cellules qui auparavant ne se colorait pas absorbe maintenant la couleur. On a aussi trouvé que les bactéries et d'autres cellules sont sujettes aux mêmes conditions et, par ce moyen, il a été possible de les différencier par leur vitesse ou coefficient de diffusion. Une méthode simple est donnée pour l'arrangement de la gelée d'agar, et, en mesurant en unités les facteurs : chaleur, alcalis, acides, sels et temps, les coefficients de diffusion peuvent être exprimés en nombres à l'aide d'une équation simple ; la coloration du noyau ou du cytoplasme dans les cellules dépourvues de noyau est le moment qui sert pour déterminer le coefficient. La coloration du noyau coïncide avec la mort. Réciproquement, lorsque le coefficient de diffusion de la cellule est connu, l'équation indique comment disposer une pellicule d'agar de façon à produire la coloration d'une cellule dans un temps et à une température donnés. Parmi les exemples cités, il y en a un qui montre que la vitesse de diffusion des substances autres que les couleurs paraît aussi dépendre du coefficient de diffusion des cellules. — **M. J. G. Wilson** présente des recherches sur *les nerfs du faisceau atrio-ventriculaire.* Anatomiquement, le faisceau atrio-ventriculaire contient non seulement une forme spéciale de fibre musculaire distincte du muscle ordinaire de l'atrium ou du ventricule, mais constitue une voie nerveuse importante et compliquée, où nous trouvons : 1° de nombreuses cellules ganglionnaires (monopolaires, bipolaires et multipolaires) dont les appendices peuvent passer : *a*) à des cellules ganglionnaires adjacentes dans le faisceau; *b*) à des fibres musculaires dans le faisceau; *c*) à travers le faisceau musculaire aussi loin qu'il a été examiné; 2° des fibres nerveuses abondantes, qui le parcourent sous forme de cordons, et dont les prolongements peuvent se terminer : *a*) dans des cellules ganglionnaires du faisceau ; *b*) dans le plexus musculaire, ou peuvent traverser toute la partie examinée; 3° un plexus embrouillé de fibrilles variqueuses entourant les fibres musculaires du faisceau et en relations étroites avec elles ; 4° un approvisionnement musculaire abondant, avec des nerfs vaso-moteurs bien marqués et des terminaisons sensitives. Physiologiquement, l'auteur montre que la bande atrio-ventriculaire constitue la voie qui assure la communication du rythme atrio-ventriculaire. Quand le faisceau est sectionné ou écrasé, les ventricules cessent momentanément de battre, puis ils recouvrent leur pulsation, mais avec un rythme beaucoup plus lent que celui de l'atrium. L'anatomie pathologique confirme cette hypothèse; l'allorythmie de la maladie de Stokes-Adams peut être expliquée d'une manière satisfaisante par des lésions de cette voie. On a affirmé que l'onde de contraction devait être myogénique. Les découvertes anatomiques de l'auteur s'opposent à cette conception. Elles montrent qu'une voie nerveuse importante est comprise dans le faisceau musculaire ; toutefois, rien ne permet de conclure que le faisceau atrio-ventriculaire soit anatomiquement un faisceau neuro-musculaire. — **M. A. D. Darbishire** présente quelques *expériences sur la théorie des contributions ancestrales à l'hérédité.* Elles ont consisté dans des croisements répétés entre des pois à graine jaune et à graine verte. Les résultats sont contraires à la théorie que les caractères des parents ou des ancêtres jouent un rôle quelconque dans la détermination de la composition d'une génération donnée.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Séance du 25 Mars 1909.

Séance anniversaire annuelle. La Société procède au renouvellement de son bureau, qui est ainsi constitué :

Président : M. **H. B. Dixon** ;

Vice-présidents : MM. **J. C. Brown**, **J. N. Collie**, **J. J. Dobbie**, **F. S. Kipping**, Sir **A. Pedler** et **J. Walker** ;

Trésorier : M. **Al. Scott** ;

Secrétaires : MM. **M. O. Forster** et **A. W. Crossley** ;

Secrétaire pour l'étranger : M. **H. T. Brown**.

Séance du 1er Avril 1909.

M. **V. H. Veley** a déterminé les valeurs d'affinité d'un certain nombre d'alcaloïdes par les méthodes au méthyl-orange et au borax; quelques-unes sont inférieures à 1.10^{-7}, la majeure partie est intermédiaire entre ce nombre et 3.10^{-5} (valeur de l'ammoniac), et quelques autres sont supérieures à cette dernière valeur. — M. **E. K. Hanson** a étudié le spectre de fluorescence de la phycoérythrine (pigment des Algues rouges) et y a trouvé deux bandes coïncidant avec les bandes d'absorption de la chlorophylle. La phycoérythrine est un colloïde soluble dans l'eau, précipité par les réactifs des protéines; mais elle ne donne pas la réaction du biuret et sa teneur en azote est trop basse pour une vraie protéine. — M. **F. Tutin** a transformé l'iso-amygdaline en son dérivé hepta-acétylé, qui a été dédoublé en deux composants, l'hepta-acétylamygdaline, et l'hepta-acétylnéoamygdaline, F. 174°, $[\alpha]_D = -65°,6$. — M. **H. Hibbert** a reconnu que les composés dérivés de l'action des alkylhalogénures de magnésium sur les amines tertiaires sont en général très instables. — MM. **H. Hibbert** et **A. Wise** décrivent une méthode pour la séparation des amines tertiaires et des amines secondaires et primaires, basée sur la facile décomposition des dérivés des premières avec C^2H^5MgBr entre 200 et 280°, et la stabilité des dérivés des deux dernières dans les mêmes conditions. En distillant entre ces limites de température, l'amine tertiaire passe seule. — M. **F. D. Chattaway** a préparé les Az tribromophénylhydrazines soit directement par substitution de Br dans les hydrazines, soit par l'action de Br sur les sels de diazonium; en présence de Br libre, ces composés forment des perbromures, stables seulement sous une forte pression de vapeur de brome. — M. **P. C. C. Isherwood** a préparé le thioviolurate de soude par action de l'acide acétique sur des quantités équivalentes de thiobarbiturate et de nitrite de sodium; l'acide correspondant est violet en solution. L'acide 1 : 3-diphénylviolurique s'obtient par action de AzH^3, puis du nitrite de sodium et de l'acide acétique, sur l'acide 1 : 3-diphénylthiobarbiturique. — Mlle **M. A. Whiteley** et M. **H. Mountain** ont préparé un certain nombre d'acides diphénylthiobarbituriques et diphénylthioviolurіques. L'acide 1 : 3-diphénylthiobarbiturique fond à 244°; l'acide α-1 : 3-diphénylthioviolurique fond à 211-212° et son isomère β à 224°. — M. **J. C. Cain** a obtenu un certain nombre de dérivés nitrosoacétylaminés de la série benzénique et de la série diphénylique. — MM. **N. V. Sidgwick** et **T. S. Moore** ont étudié l'action de l'acide nitrique sur le vert brillant, puis celle de $HAzO^3$, HCl et des alcalis sur le vert malachite. Les acides agissent sur le sel coloré pour former un sel acide incolore; quand une solution du carbinol est traitée par un acide, il se forme d'abord le sel coloré, puis le sel acide. Les auteurs ont également étudié l'action des acides sur le diaminotriphénylcarbinol; pour une petite quantité d'acide, la couleur augmente d'abord, par suite de la diminution de l'hydrolyse; pour une plus grande quantité, elle diminue, par suite de la formation du sel acide. — MM. **A. G. Perkin** et **F. Thomas** ont obtenu facilement le *p*-nitrobenzaldéhyde-indogénide en hydrolysant l'indican par un acide en présence de *p*-nitrobenzaldéhyde; la réaction peut être employée à la détermination quantitative du glucoside. On obtient des composés analogues en présence d'autres aldéhydes. Quand l'indican est hydrolysé par H^2SO^4 ou par HCl, en oxydant simultanément par l'air, le rendement en matière colorante est de 85 °/₀ dans le premier cas, 93,5 °/₀ dans le second; le reste est du brun indoxylique. — MM. **F. Thomas**, **W. P. Bloxam** et **A. G. Perkin** ont hydrolysé l'indican pur par l'indimulsine et oxydé par l'air les solutions d'indoxyle ainsi produites. Le rendement en colorant n'est pas quantitatif, par suite de la nature instable de l'indoxyle; il est le plus élevé quand la fermentation a lieu en présence d'un peu d'acide et l'oxydation en présence d'une trace d'AzH^3. — M. **A. G. Perkin** a constaté qu'un échantillon d'acide indoxylique conservé dans un flacon s'était oxydé graduellement, en donnant de l'indigotine, de l'indirubine, de l'isatine et du brun d'indigo. — Le même auteur a reconnu que, dans la réduction de l'indirubine par la poudre de Zn et un alcali, il se forme, à côté de l'indoxyle, de l'oxindol. — M. **J. J. Fox** montre que l'augmentation de solubilité du sulfate de plomb dans les solutions concentrées d'acétates de sodium et de potassium est due à la formation d'acétate de plomb en solution. — M. **Ch. K. Tinkler** déduit, de l'examen du spectre d'absorption des méthiodures de bases cycliques, que la coloration de ces alkyliodures est due à une polymérisation, la liaison ayant lieu entre deux atomes d'iode. — M. **H. M. Dawson** décrit une méthode pour l'étude des équilibres de dissociation dans les solutions. On ajoute à une solution de A et de B une troisième substance C, qui se combine aussi avec A pour former un composé dissociable AC_n dont on connaît la constante de dissociation. Si la concentration de C non combiné dans la solution est déterminée, celle de AC_n s'en déduit, et, en combinant ces indications avec la constante de dissociation du composé AC_n, on peut obtenir la concentration de A non combiné dans la solution. On peut en déduire le rapport moléculaire de A à B dans le composé AB_m qui s'est formé dans la solution. La méthode a été appliquée à l'examen des solutions HgI^2 dans KI.

SOCIÉTÉ ANGLAISE DE CHIMIE INDUSTRIELLE

SECTION CANADIENNE

Séance du 22 Janvier 1909.

M. **F. T. Shutt** montre que le climat a une influence plus grande que la fertilité du sol sur la composition du grain. La qualité du blé de chaque saison est largement déterminée par le caractère de chaque saison. S'il y a une quantité suffisante d'humidité en juin pour amener les plants de blé à maturité, on peut espérer une meilleure qualité de grain si les semaines qui suivent sont caractérisées par un temps chaud et sec que si le temps, durant cette période, est froid et humide.

Séance du 25 Février 1909.

M. **B. L. Emslie** fait une conférence sur les sels de potasse de Stassfurt. Il décrit les conditions géologiques de leurs gisements, les minéraux cristallisés, l'extraction et la purification des sels et leurs applications industrielles.

SECTION DE LIVERPOOL

Séance du 13 Janvier 1909.

M. **H. Porter** a étudié le mouvement des gaz dans les chambres de plomb; il en déduit quelques applications pratiques : A la fin des chambres, l'entrée doit être au fond et la sortie au centre. La longueur d'une chambre doit être environ quatre fois sa hauteur pour pour donner un jeu suffisant aux mouvements naturels des gaz. La vapeur doit être admise au-dessus de la sortie, et non sur les côtés de la chambre.

SECTION DE LONDRES

Séance du 1er Mars 1909.

M. G. N. **Huntly** : Le soufre comme cause de corrosion de l'acier. On a supposé jusqu'à présent que, pourvu que le soufre dans l'acier fût combiné complètement à l'état de sulfure de manganèse, ses propriétés nuisibles sur la résistance de l'acier étaient réduites à un minimum. Mais l'examen métallographique a montré que beaucoup de fractures de l'acier suivent les lignes de sulfure de manganèse ; celui-ci doit donc être exclu autant que possible des aciers. — M. J. F. **Briggs** expose l'état actuel des connaissances sur la cellulose, considérée comme un polysaccharure.

Séance du 5 Avril 1909.

M. W. **Smith** présente un échantillon de charbon fossile connu sous le nom de « boghead cannel » ou « minéral de Torbane Hill » et en retrace l'histoire. Il propose de supprimer le terme de bitumineux appliqué aux charbons. — M. S. **Cowper-Coles** décrit ses procédés de galvanisage à la vapeur, qui se divisent en deux groupes : procédé à la poudre de zinc et procédé à la vapeur de zinc fondu. Dans le premier, la poudre de zinc (produit de la distillation du zinc) et les objets en fer à recouvrir sont introduits dans un tambour en fer, qui est chauffé dans un four à gaz vers 325° C. pendant quelques heures. Les articles, recouverts uniformément, sont retirés et lavés dans un jet de vapeur. Dans le second procédé, les objets à traiter sont placés dans une chambre remplie de vapeur de zinc ou au-dessus d'un bain de zinc fondu ; on opère dans une atmosphère d'hydrogène. L'avantage du galvanisage à la vapeur est d'être à meilleur marché que le galvanisage à chaud et de donner une meilleure protection.

SECTION DE NEW-YORK

Séance du 22 Janvier 1909.

M. T. B. **Wagner** retrace les progrès de l'industrie américaine des produits du maïs ; il y en a plus d'une centaine, mais les trois principaux sont l'amidon, le sucre et le sirop de maïs.

Séance du 19 Février 1909.

M. H. S. **Riederer** décrit l'industrie du lithopone, mélange de sulfure de zinc et de sulfate de baryum employé pour la peinture. On le prépare en précipitant le sulfure de baryum par le sulfate de zinc. Il a l'inconvénient de devenir gris au soleil. — M. C. D. **Holley** décrit la fabrication du blanc de céruse par le « procédé doux ». Le plomb fondu est forcé, par un courant de vapeur surchauffée, dans des atomiseurs qui le réduisent en fines particules, lesquelles se solidifient dans un bassin plein d'eau. Ce plomb en suspension dans l'eau est soumis pendant vingt-quatre à trente-six heures à l'action d'un fort courant d'air qui le transforme en hydrates basiques, qui sont séparés et soumis à la carbonatation pendant trente-six heures ; on obtient ainsi un carbonate de plomb très blanc. — M. L. F. **Hughes** parle de l'industrie du « blanc de plomb sublimé ». C'est un sulfate basique de plomb qui se produit directement par l'action d'une flamme oxydante sur la galène finement pulvérisée, distille à l'état de vapeur et se condense sous forme de fine poudre blanche amorphe. Il donne d'excellentes peintures.

Séance du 19 Mars 1909.

M. G. W. **Thompson** décrit la fabrication du blanc de céruse par le procédé hollandais (attaque du plomb par l'acide acétique). Il montre que le composé qui se forme est un composé défini $2PbCO^3.\ Pb(OH)^2$. Ses mérites pour la peinture sont surtout dus à ses propriétés physiques, spécialement à l'existence de particules de plusieurs diamètres différents, qui réduisent les vides à un minimum. — M. E. C. **Klipstein** montre l'influence de la chimie sur l'utilisation du quebracho. Deux chimistes italiens, Lepetit et Tagliani, ont reconnu qu'en traitant l'extrait de quebracho avec le bisulfite de sodium ou d'autres sulfites, on prévient toute perte de tanin soluble et que les tanins insolubles ou difficilement solubles sont dissous et rendus utilisables. Cette découverte a fait monter la consommation de l'extrait de quebracho de 5.000 tonnes en 1901 à 50.000 tonnes en 1907 aux Etats-Unis. — M. J. P. H. **Perry** étudie l'emploi du ciment armé dans la construction des bâtiments industriels.

SECTION D'ÉCOSSE

Séance du 2 Mars 1909.

M. S. **Stewart** décrit un procédé pour la recherche et la détermination de la résine dammar dans la résine kauri. On dissout dans le chloroforme les résines, puis on ajoute de l'alcool absolu ; un volumineux précipité blanc indique la résine dammar, tandis que la résine kauri ne donne rien.

SECTION DU YORKSHIRE

Séance du 22 Février 1909.

M. H. G. **Bennett** décrit une méthode pour la détermination de l'azote dans les substances organiques, et en particulier pour celle de la substance peau dans les cuirs. La substance est digérée avec H^2SO^4 jusqu'à ce que le liquide soit clair, puis on neutralise l'excès d'acide avec NaOH. On ajoute une solution neutre de formaldéhyde, qui transforme AzH^3 en hexaméthylènetétramine, tandis que H^2SO^4 combiné est libéré ; on le titre ensuite avec la soude décinormale. — Le même auteur décrit une méthode de contrôle des liqueurs calciques en tannerie. On sait que celles-ci se chargent peu à peu de matières protéiques, qui sont favorables au développement des bactéries. L'auteur titre ces liqueurs filtrées avec HCl N/10 en présence de phénolphtaléine et de méthylorange ; la différence des deux lectures donne les bases faibles formées par la décomposition de la peau ; elle est proportionnelle à la substance peau dissoute et à l'activité bactérienne. — MM. H. R. **Procter** et S. **Hirst** indiquent un moyen de reconnaître le mélange d'extrait de bois de pin aux extraits tannants habituels. On ajoute un peu d'aniline, puis HCl concentré ; avec les extraits ordinaires, on obtient une solution parfaitement transparente, tandis qu'en présence d'extrait de pin il se forme un précipité. — Les mêmes auteurs recommandent l'emploi de la méthode de Lœwenthal pour le contrôle permanant des liqueurs en tannerie. — MM. H. R. **Procter** et D. J. **Law** ont étudié la diffusion des sels de Cr, Fe et Al à travers les gelées de gélatine. Ces sels sont hydrolysés et l'acide pénètre beaucoup plus rapidement que la base.

Séance du 22 Mars 1909.

M. H. R. **Procter** a vérifié l'exactitude supérieure de la méthode de détannisation de l'Association internationale des chimistes des industries du cuir par rapport aux autres méthodes. — M. A. G. **Perkin** a analysé deux produits indigoïques provenant de la Nigeria du Nord. L'un ne contient que 0,65 °/₀ d'indigotine, l'autre 21,5 °/₀ ; ce dernier provient du *Lonchocarpus cyanescens*.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE BERLIN

Séance du 22 Octobre 1908.

M. W. **Branca** expose les hypothèses indiquées pour expliquer l'existence des cratères de la Lune. Les recherches de Tilghmann et ensuite celles de Merrill viennent de démontrer le fait que le « cratère météoritique » de l'Arizona doit bien son origine au choc d'un météorite, les hypothèses d'une explosion gazeuse ou d'un effet du magma étant également inadmissibles. Il convient cependant de distinguer les cra-

tères d'origine météoritique possible de ceux qui ont été produits par des phénomènes de nature volcanique ou tectonique localisés sur la Lune.

Séance du 5 Novembre 1908.

M. **R. Helmert** adresse un Mémoire sur *les imperfections de l'état d'équilibre de l'écorce terrestre.* Les résultats des triangulations aussi bien que des expériences relatives à la pesanteur indiquent l'existence d'une compensation des entassements de l'écorce terrestre, se manifestant sous la forme de continents et de hautes montagnes, compensation due aux variations de densité de l'écorce, laquelle se trouve en général en une sorte d'équilibre hydrostatique avec l'intérieur de la Terre. Il est vrai que certaines anomalies de la pesanteur, se présentant par exemple dans l'Europe et l'Asie centrales, font voir l'imperfection de cet état d'équilibre. La contradiction actuelle entre les épaisseurs de l'écorce terrestre calculées sur la base d'observations sismiques, d'une part, et géodésiques, d'autre part, disparaît lorsqu'on tient compte, pour définir l'équilibre de l'écorce terrestre, de l'élasticité de cette dernière et peut-être aussi de la couche de magma sous-jacente. — M. Branca présente les analyses de M. **F. Tannhäuser** sur la chaîne de *gabbros* de Neurode, analyses établies à l'aide d'un procédé dû à Ossann, discutées en partie et inscrites dans un rectangle isocèle.

Séance du 12 Novembre 1908.

M. **Müller-Breslau** rend compte de ses recherches relatives à l'influence d'une connexion rigide du tablier d'un pont de fer avec les poutres principales, dans le cas de l'indétermination statique de ces dernières.

Séance du 19 Novembre 1908.

M. **F. Schottky** adresse un second Mémoire sur la théorie des fonctions du symétral, mémoire où il discute les propriétés périodiques des quatre classes de fonctions d'Abel faisant partie du symétral.

Séance du 26 Novembre 1908.

M. Schwarz présente un travail de M. **Arthur Korn**, anciennement professeur à l'Université de Munich, sur les surfaces minima dont les courbes limites s'écartent peu de courbes planes. Ce travail renferme la solution du problème qui consiste à déterminer une portion de surface minima, à liaison simple, dont la limite est constituée par une courbe spéciale à trois dimensions se rapprochant suffisamment d'un cercle.

Séance du 3 Décembre 1908.

M. **R. Koch** rend compte, en se rapportant aux observations antérieures sur les états d'évolution des trypanosomes qui se reproduisent dans la voie digestive des Glossines, d'autres recherches rentrant dans ce même domaine. Il discute l'importance de ces résultats nouveaux et leur relation avec l'étiologie de la maladie du sommeil.

Séance du 10 Décembre 1908.

M. **H. Struve** rend compte d'un Mémoire inédit de Bessel *sur le mouvement d'Uranus.* Ce Mémoire, dont le manuscrit se trouve dans les archives de l'Observatoire de Koenigsberg, est intitulé : « Investigation d'un phénomène remarquable présenté par le mouvement d'Uranus »; il a été rédigé en 1822-1823, peu de temps après la publication des tables de Bouvard, et présente un intérêt historique particulier par ses relations avec l'historique de la découverte de Neptune, — en nous montrant comment cet astronome a reconnu de bonne heure l'importance du problème d'Uranus, — aussi bien que par les lumières qu'il vient jeter sur l'origine de nombreux travaux importants de Bessel. Une partie seulement de ce travail, resté fragmentaire, a été publiée par l'auteur, dans son Mémoire connu : « Investigation de la partie des perturbations planétaires due au mouvement du Soleil » (*Mémoires de l'Académie de Berlin*, 1824), en omettant les recherches relatives à Uranus. — M. Struve présente un Mémoire de M. **F. Rahnenführer** sur l'altitude polaire de Koenigsberg, mémoire faisant partie des travaux astronomiques de l'Observatoire de cette ville.

Séance du 17 Décembre 1908.

M. **Zimmermann** donne lecture d'un Mémoire sur les conditions d'équilibre des corps creux à parois minces, exposés à un excès de pression intérieure. Ces recherches se rapportent aux deux cas où il n'existe pas de forces extérieures et où un moment de flexion extérieur agit sur le corps. L'auteur fait voir qu'en l'absence de forces extérieures, les sections initialement circulaires se maintiennent circulaires, les variations de courbure de l'axe longitudinal étant limitées au cas où le rayon de la section se modifie sous l'action d'une extension périphérique de la paroi. Les sections des corps creux subissant une flexion changent, au contraire, toujours de forme, le diamètre situé dans le plan de flexion éprouvant un raccourcissement. — M. **H. Rubens** présente les résultats d'expériences faites en collaboration avec le regretté **E. Ladenburg**, sur *le pouvoir de réflexion de l'alcool éthylique.* Les recherches antérieures des mêmes auteurs faisaient voir que l'alcool éthylique, à l'égal de l'eau, présente, dans le spectre infra-rouge, un certain nombre d'endroits à réflexion anomale, reliés aux bandes d'absorption. Or, cette réflexion anomale est encore plus marquée aux basses températures qu'aux températures ordinaires. Les maxima du pouvoir de réflexion observés aux basses températures de l'alcool se produisent tous pour des longueurs d'ondes plus courtes que ceux qu'on observe aux températures ordinaires. Ces faits ne contredisent aucunement, au point de vue qualitatif, les phénomènes constatés sur les substances solides, par rapport à la variation thermique des propriétés sélectives dans le spectre infra-rouge. D'autre part, il convient d'envisager la possibilité que le déplacement considérable des maxima de réflexion serait dû intégralement ou partiellement à l'influence d'une absorption de la vapeur d'alcool, présente, aux températures ordinaires, dans une mesure notable. — M. Orth présente un Mémoire de M. **A. Bickel** sur *la théorie de la sécrétion du pancréas.* Les glandes de l'estomac subissent la double influence du sang et du système nerveux extra-gastrique. Or, le stimulus sanguin est probablement continu; le caractère discontinu de la sécrétion normale et la forme des courbes de sécrétion sont réglés par des influences accélératrices ou retardatrices, exercées sur le pancréas par le système nerveux extra-gastrique. Ces observations sont importantes pour la pathologie et la thérapeutique des perturbations des sécrétions de l'estomac.

Séance du 7 Janvier 1909.

M. Branca présente un travail de M. **A. Tornquist**, à Kœnigsberg, sur *l'hypothèse de l'élévation sous-marine de la chaîne alpine* et sur un essai d'illustrer le mécanisme de la formation sous-marine des montagnes. Bon nombre de phénomènes indiquent le caractère sous-marin des premières phases de l'élévation des Alpes. D'autre part, l'auteur signale comme vraisemblable que les calcaires mésozoïques rigides sont venus au contact sous-marin de sédiments tertiaires (flysch) se trouvant encore à l'état mou. Les masses calcaires rigides à arêtes aiguës, superposées d'abord sur les sédiments mous en couches de débris grossiers, ont fini par s'y enfoncer sous-marinement de façon à pouvoir produire l'apparence d'un transport glacial. La possibilité d'un processus pareil est confirmée par une série d'expériences que l'auteur a l'intention de continuer. — M. Schwarz présente plusieurs modèles de lamelles solides, préparées par M. **E. R. Neovius**, professeur à Copenhague, modèles se composant d'un noyau de membranes gélatineuses et d'un

enduit de cire, dissoute à la chaleur, dans le baume du Canada. Ces lamelles solides servent à illustrer des portions de surface minima données.

Séance du 14 Janvier 1909.

M. **Ad. Martens** présente, avec une Note explicative sur les mesures techniques des pressions hydrostatiques élevées, deux types de balances manométriques destinées aux pressions intermédiaires entre 50 et 6.000 atmosphères.

Séance du 21 Janvier 1909.

M. **W. Nernst** donne lecture d'un Mémoire sur *le calcul des forces électromotrices à l'aide des données thermiques*. Après avoir passé en revue les tentatives antérieurement faites pour résoudre ce problème, l'auteur démontre l'insuffisance des deux théorèmes bien connus de la Thermodynamique pour décider la question. D'autre part, la force électromotrice des piles, n'utilisant que des substances solides ou liquides chimiquement homogènes, peut être calculée en se basant sur le dégagement de chaleur du processus électromoteur et les chaleurs spécifiques des substances en réaction, pourvu qu'on ajoute à ces théorèmes classiques un nouveau théorème que l'auteur a déjà communiqué à l'Académie, il y a deux ans. M. Nernst applique sa méthode de calcul à différents exemples. Il étend ensuite la théorie au cas où la structure des piles comporte des corps gazeux. C'est ainsi qu'il finit par trouver un moyen de calculer théoriquement la force électromotrice d'une combinaison quelconque, sur la base des grandeurs thermiques et des constantes dites chimiques. — M. Rubens présente un travail de MM. **A. Miethe** et **E. Lehmann**, à Charlottenbourg, sur *l'extrémité ultra-violette du spectre solaire*. Les auteurs ont étudié photographiquement à Berlin, Assouan et Zermatt, sur le Görnergrat et le Mont-Rose, par la méthode des prismes croisés, la partie ultra-violette du spectre solaire. L'étendue du spectre s'est trouvée être indépendante d l'altitude de l'endroit d'observation ; la longueur d'onde la plus courte observée par les expérimentateurs a été, dans tous les cas, intermédiaire entre 291,10 et 291,55$\mu\mu$. Quant à savoir si cette extrémité du spectre est déterminée par l'atmosphère de la Terre ou si elle correspond à l'extrémité véritable du spectre solaire, déterminée par une absorption possible dans les couches supérieures de la chromosphère, ce problème sera traité par voie expérimentale, en étudiant l'absorption qui se produit dans les couches atmosphériques de dimensions correspondantes. — M. Planck présente une Note de **M. Cl. Schaefer**, à Breslau, sur *la diffraction des ondes électro-magnétiques par les obstacles cylindriques isolants*. L'auteur indique l'intégration des équations différentielles représentant le passage des ondes électro-magnétiques planes à polarisation linéaire, à travers un cylindre mince de substance isolante posé parallèlement à la force électrique. Il s'en sert pour calculer la répartition des intensités en avant et en arrière du cylindre. L'accord entre la théorie et l'expérience est satisfaisant.

ALFRED GRADENWITZ.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE VIENNE

Séance du 11 Mars 1909.

1° SCIENCES PHYSIQUES. — M. **W. Schmidt** a étudié la marche nocturne de la température, qu'il divise en trois parties. La première, caractérisée par une chute rapide de température qui commence peu après le coucher du soleil et dure environ trois heures, est attribuée surtout au pouvoir de rayonnement de l'air. Si l'on calcule ce dernier d'après l'abaissement de température, on trouve une valeur de σ' égale à $1,02 \times 10^{-4}$, plus que double des valeurs antérieurement trouvées, mais coïncidant mieux avec les résultats des recherches de laboratoire. La deuxième partie de la marche nocturne de la température est troublée par des courants de convection, tandis que la troisième partie, qui commence deux à trois heures avant le lever du soleil, est une sorte de crépuscule de chaleur. — M. **K. Przibram** a poursuivi ses recherches sur la mobilité des ions dans les vapeurs; les valeurs trouvées par lui précédemment doivent être multipliées par 1,3. Des essais de condensation à diverses températures montrent que l'expansion de la vapeur nécessaire pour la condensation des ions ne varie pas beaucoup entre $-10°$ et $+29°$, d'où l'on conclut à la constance du rayon des ions dans cet intervalle. — MM. **Zd. H. Skraup** et **H. Lampel** ont hydrolysé la sérum-globuline par les alcalis et ont obtenu une substance acide très peu soluble dans l'eau, à la fois albumose et peptone, l'acide globuline-protalbinique, puis l'acide globuline-lysalbinique et la globuline-peptone. Dans ces trois substances, il n'y a plus d'arginine; la lysine et l'histidine sont à peu près en même quantité que dans le produit original. La tyrosine est en plus grande quantité dans l'acide globuline-protalbinique que dans la sérum-globuline. Enfin la phénylalanine est en bien moindre quantité dans les produits de décomposition que dans la globuline originale.

2° SCIENCES NATURELLES. — M. **A. Zahlbruckner** a déterminé les lichens rapportés par l'Expédition botanique dans le sud du Brésil; il décrit 500 espèces, dont un grand nombre nouvelles.

Séance du 18 Mars 1909.

1° SCIENCES PHYSIQUES. — M. **A. Kirpal** a constaté que, contrairement aux observations antérieures, la réaction de Friedel et Crafts, appliquée à l'anhydride cinchoméronique, conduit à deux acides cétoniques isomères. Ces deux acides ont été ensuite préparés par synthèse en condensant les chlorures des éthers cinchoméroniques isomères avec le benzène.

2° SCIENCES NATURELLES. — M. **F. Knoll** a étudié la croissance en longueur et le géotropisme des styles des appareils fructifères du *Coprinus stiriacus*. Il a observé sur plusieurs points une concordance remarquable avec les phénomènes analogues des tiges des plantes phanérogames.

Le Directeur-Gérant : LOUIS OLIVIER.

Paris. — L. MARETHEUX, imprimeur, 1, rue Cassette.

20e ANNÉE N° 11 15 JUIN 1909

Revue générale des Sciences pures et appliquées

DIRECTEUR : **LOUIS OLIVIER**, Docteur ès sciences.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. L. OLIVIER, 18, rue Chauveau-Lagarde, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et dans tous les pays étrangers y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Nécrologie

Ernest Besnier. — La Science médicale vient de faire une perte sensible en la personne d'Ernest Besnier, le chef incontesté de l'Ecole dermatologique française.

Né à Honfleur en 1831, il était interne des hôpitaux à vingt-trois ans et médecin des hôpitaux à trente et un ans. Après s'être occupé d'abord de Médecine générale et d'Hygiène, il se spécialisa dans l'étude des maladies de la peau; entré à l'Hôpital Saint-Louis en 1872, il y resta pendant vingt-quatre ans, y faisant installer le premier laboratoire de recherches histologiques et orientant la Dermatologie française dans une voie scientifique féconde.

Ses travaux, sa compétence, son autorité scientifique étaient universellement reconnus en France et à l'Etranger et furent l'objet des manifestations les plus flatteuses dans les Congrès internationaux.

§ 2. — Astronomie

Absorption de la lumière stellaire dans l'espace. — L'éther absorbe-t-il la lumière des étoiles? Le fait que celles-ci apparaissent d'autant plus faibles qu'elles sont plus éloignées du système solaire serait *a priori* une preuve de l'absorption lumineuse, à moins que nous n'assignions à notre soleil une position unique dans l'Univers, autrement dit la place de densité maximum. Mais, en dehors du raisonnement d'induction, certains phénomènes, récemment discutés par le Professeur Kapteyn, prouvent l'absorption de la lumière stellaire pendant son voyage à travers l'espace. Cet astronome avait déjà, par des observations antérieures, trouvé pour l'absorption une valeur provisoire s'élevant, pour la totalité du ciel, à une moyenne de 0,016 grandeur pour une distance correspondant à trente-trois années de lumière.

Mais la classification spectrale obtenue d'après les mesures prises à Harvard Observatory a permis à M. Kapteyn de reprendre ce problème en basant ses recherches sur les moyennes distances probables de deux classes d'étoiles de Miss Maury, du type α Bouvier et α Cassiopée. Les spectres des étoiles de la première de ces deux classes présentent une absorption moindre que ceux de la seconde catégorie, et d'après une analyse des mouvements propres stellaires fournis par le « Catalogue fondamental » de Newcomb, le Professeur Kapteyn trouve, qu'en règle générale, les mouvements propres des étoiles du genre α Bouvier sont très supérieurs à ceux des étoiles de la catégorie α Cassiopée.

Ceci nous montre que ces étoiles sont plus près de nous et doivent subir une absorption moindre que celles de la classe α Cassiopée. Cette investigation est donc favorable à la théorie de l'existence d'un milieu absorbant.

Nouveaux éléments de la Comète de Halley. — La comète de Halley se rapproche de jour en jour de la Terre et l'on espère que les instruments puissants la découvriront à l'automne prochain. Les nouveaux calculs de MM. Cowell et Crommelin établissent qu'elle passera au périhélie le 13 avril 1910. Les éléments sont les suivants :

Longitude du nœud ascendant, 57°11′; Longitude du périhélie, 111°32′(celle-ci est mesurée le long de l'orbite à partir du nœud, dans la direction du mouvement de la comète); Inclinaison = 162°13′; Excentricité = 0,96729; q (distance périhélique) = 0,5869 (distance moyenne au Soleil).

En un langage moins technique, cela signifie que, si l'on tirait à travers l'orbite terrestre une ligne joignant les positions de la Terre en novembre et en mai, le plan de l'orbite cométaire couperait le plan de l'orbite terrestre dans cette ligne, la première étant au-dessus de la seconde, du côté où la Terre se trouve en été. L'angle formé entre les plans vers la même partie de l'orbite est 17°47′ (180° — 162°13′). La comète passera au-dessus du plan de notre orbite en février 1910 et atteindra le périhélie le 13 avril. La longitude du périhélie est 111°32′, mesurée dans le sens contraire à la direction du mouvement de la Terre et comptée du point correspondant à 57°11′ de longitude, dans le sens direct du mouvement de notre planète, en sorte que le point périhélique est à — 54°21′ de longitude du Premier point des Aires, lequel est environ dans la direction où se trouve la Terre vers la fin de juillet.

§ 3. — Mécanique

Un appareil à miroir pour mesurer les variations élastiques de longueur. — Malgré le nombre assez considérable de bons appareils que nous possédons pour mesurer les déformations élastiques, ce problème ne saurait être considéré comme définitivement résolu. Chacun de ces appareils, à côté de ses avantages individuels, présente, en effet, quelque inconvénient.

Dans un récent travail, M. B. Kirsch[1], professeur à l'Ecole Polytechnique de Vienne, après avoir passé en revue les appareils les plus répandus en Allemagne et en Autriche, signale le principe de son nouveau dispositif qui évite, d'après lui, les désavantages de ses prédécesseurs.

On sait que, dans les instruments de précision servant à apprécier les longueurs et les variations de longueur, la distance à mesurer est convertie d'une façon quelconque en rotation de miroir; l'emploi d'une lunette pour observer, dans ce dernier, l'image d'une échelle produit (comme, par exemple, dans le galvanomètre à miroir) un grossissement très considérable des variations de longueur minimes. Les divers appareils en présence ne diffèrent que par le principe constructif utilisé pour convertir les variations de longueur en rotations de miroir.

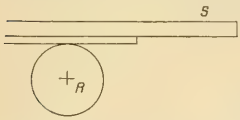


Fig. 1. — *Dispositif Bauschinger.* — S, barre d'acier; R, rouleau en caoutchouc.

Le dispositif Bauschinger (fig. 1) transforme la petite variation de longueur élastique en rotation de miroir, grâce au frottement d'une barre en acier S sur un petit rouleau en caoutchouc R. Cette barre est recouverte, au point de contact, de papier d'émeri fin. Le miroir est disposé dans l'axe du rouleau, rigidement relié à l'un des repères de l'échantillon; la barre étant reliée à l'autre repère, le déplacement relatif de la barre par rapport à l'axe du rouleau équivaut à la variation de longueur qu'il s'agit de mesurer.

Pour les mesures absolues d'élasticité, le diamètre du rouleau doit être donné avec une grande précision; pour les mesures relatives, le rouleau doit être parfaitement circulaire, de façon à maintenir constant le rapport de transmission pendant sa rotation. Or, comme le caoutchouc finit par s'user d'une façon variable aux différents endroits de la surface, le rapport de transmission décroît inégalement.

Dans l'appareil Martens (fig. 2), la barre en acier S comporte une rainure N où est logé un prisme en acier P. Les variations de longueur, c'est-à-dire les déplacements de la barre S (qui, à son tour, est rigidement reliée à l'un des repères), font pivoter le prisme, appliqué en A au second repère de l'échantillon. Un miroir attaché latéralement en P prend part à la rotation de P autour du point A, et, par conséquent, peut servir à faire des mesures. Dans ce cas encore, il convient, pour les mesures absolues d'élasticité, de connaître exactement la distance des couteaux N A; mais l'inconvénient dû à l'usure inégale du rouleau se trouve parfaitement éliminé, cette distance restant toujours constante. D'autre part, un inconvénient se produit, en raison du déplacement progressif du miroir dans la direction de l'élongation, sous l'action d'une élongation croissante. Enfin, des inexactitudes (déterminées facilement par le calcul) sont dues à ce que la surface du miroir ne renferme aucunement l'axe du prisme.

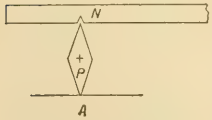


Fig. 2. — *Appareil Martens.* — S, barre d'acier; N, rainure; P, miroir; A, repère.

L'appareil nouveau construit par M. Kirsch évite les inconvénients énumérés ci-dessus et dispense des contrôles répétés que nécessite l'usure progressive. Le principe de construction en est représenté dans la figure 3.

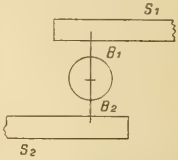


Fig. 3. — *Appareil Kirsch.* — S_1, S_2, barres d'acier; B_1 B_2, bande d'acier.

Les deux barres en acier S_1 et S_2, dont l'une est appliquée au premier et l'autre au second repère de l'échantillon, se déplacent l'une par rapport à l'autre d'une distance équivalant à l'élongation de l'échantillon. Or, comme ces deux barres sont reliées par une bande en acier B_1 B_2 d'environ 0,1 millimètre d'épaisseur rigidement insérée, le déplacement relatif de S_1 par rapport à S_2 imprime à la bande une courbure en S dont la partie centrale contient l'axe de rotation du miroir latéral. La surface du miroir renferme dans une position quelconque le point de bissection de B_1 B_2. La rotation du miroir provoquée par la courbure de la bande B_1 B_2 est utilisée, comme dans les autres appareils à miroir, pour apprécier l'élongation de l'échantillon.

Ce dispositif, on le voit, est exempt de toute partie susceptible de s'user et l'union rigide de tous les éléments dispense d'un contrôle répété. Comme le miroir fait corps avec les barres en acier, leur application sur l'échantillon est très simple; la longueur normale, donnée par l'appareil lui-même, correspond à la position détendue des bandes. Enfin, la rotation du miroir est relativement plus importante que dans les deux appareils antérieurs.

Exposition internationale de Locomotion aérienne. — *L'Association des Industriels de la Locomotion aérienne* a décidé d'organiser à Paris une Exposition internationale qui se tiendra du 18 septembre au 8 octobre, et qui sera exclusivement réservée à la Locomotion aérienne et aux industries qui s'y rattachent.

Elle présentera tout d'abord une histoire de la Locomotion aérienne, qui comprendra la reconstitution de montgolfières, de ballons, ainsi que des anciens appareils d'aviation.

Mais ce qui attirera surtout l'attention, ce sera incontestablement la section scientifique, dans laquelle les oiseaux planeurs seront représentés dans leurs différentes attitudes, et qui groupera, en outre, les instruments de précision et d'étude dont l'usage est nécessaire à qui veut se mouvoir dans l'atmosphère. Il y a là une initiative extrêmement intéressante, et l'on ne saurait trop féliciter l'Association des Industriels de la Locomotion aérienne de l'entreprendre et de contribuer, pour sa part, à donner des bases scientifiques à la navigation aérienne qui, trop souvent, encore, est livrée à l'empirisme.

§ 4. — Physique

Les rayonnements des huiles siccatives. — C'est un phénomène bien connu depuis assez longtemps, que la gomme arabique, utilisée dans la fabrication des enveloppes, passe, dans certaines conditions, à l'état insoluble et perd son pouvoir collant. Or, seules, les enveloppes pourvues à l'intérieur ou à l'extérieur d'une impression quelconque subissent cette modification, et, comme ce phénomène se produit pour toutes les encres d'imprimerie, la cause

[1] *Oesterreichische Wochenschrift für den öffentlichen Baudienst*, nº 51, 1908.

devait en être recherchée dans l'agglutinant commun à toutes, à savoir le vernis gras.

Vu l'extrême lenteur du processus dans le cas de la gomme, M. W. Schmidt[1], dans de récentes recherches sur ces intéressants phénomènes, a choisi une matière plus sensible, les plaques photographiques. Ces dernières étaient recouvertes de papiers imprimés de différentes espèces ou de plaques de verre enduites au préalable de vernis. Entre le vernis et les plaques étaient interposés des obstacles de toute sorte, — morceaux de papier, de verre, de métal, coins, etc., — afin d'apprécier, à l'aide des ombres éventuelles, les forces dues à la pression, et surtout pour établir si certaines substances sont traversées par l'effet en question.

Huit à dix jours après le commencement des expériences, l'auteur a été en mesure de développer sur la plaque des silhouettes parfaitement définies, reproduisant les contours de tous les morceaux de métal, de verre ou de mica. Les mots imprimés sur le papier à l'encre ordinaire se sont reproduits aussi sur la plaque photographique; les effets de l'encre d'imprimerie ont même traversé le papier.

Afin d'étudier plus à fond la propagation des rayonnements qui paraissent être en cause, l'expérimentateur a choisi le dispositif suivant : Une boîte en carton contenait, en bas, la plaque photographique et, sur cette dernière, un cadre haut d'environ 2 millimètres en fibre volcanique, portant, comme diaphragme, une plaque de laiton, perforée, en son centre, d'une ouverture de 1 millimètre de diamètre. Une plaque de verre, enduite de vernis à l'huile de lin, était séparée du laiton par un cadre identique.

En ouvrant, trois semaines après, cette boîte, disposée dans une salle bien tempérée, on a remarqué, sur la plaque développée, l'image d'un anneau; un autre diaphragme, percé d'une fente de 1 millimètre de largeur et de 2 millimètres de longueur, a donné, dans des conditions analogues, un anneau elliptique.

Les expériences ultérieures faites pour élucider la production des anneaux ont été facilitées par le fait que les rayonnements du vernis augmentent d'intensité à mesure que monte la température ambiante. Huit plaques photographiques ayant été disposées, comme ci-dessus, à des températures de 40-45°, l'auteur a étudié la production des anneaux en les retirant successivement à deux heures d'intervalle. La tache noire d'abord formée sur la plaque, après avoir augmenté graduellement de dimensions, a fini par prendre un noyau clair, en formant ainsi un anneau, qui, en cas de pose assez prolongée, s'est interverti complètement, se présentant en clair sur fond noir. L'effet du vernis est donc analogue à celui de la lumière, qui, comme on le sait, en cas de pose assez longue, produit le phénomène d'intervertissement connu sous le nom de « solarisation ».

Les expériences de pénétration faites ensuite ont mis en évidence l'imperméabilité parfaite du verre et du mica; les autres substances soumises à l'expérience sont plus ou moins perméables aux rayonnements du vernis. Le vernis exerce, du reste, des effets de distance analogues sur les plaques de métal nu, qui se noircissent le plus souvent à proximité des surfaces imprimées.

Ces phénomènes si singuliers s'interprètent par l'hypothèse suivante, énoncée par M. Schmidt : Le vernis, en se solidifiant (soit en s'oxydant), dégagerait de l'ozone ou d'autres substances peroxydées, qui, en présence de la vapeur d'eau, formeraient des traces de peroxyde d'hydrogène. Ces dernières suffiraient à produire, — par les effets oxydants et blanchissants qu'elles exercent à distance sur toutes sortes de corps organiques, — l'ensemble des phénomènes observés par l'auteur, et les modifications de la gomme arabique s'expliqueraient d'une façon analogue.

[1] *Prometheus*, n° 1007, 1909.

Les rayons du soleil présentent, du reste, des phénomènes parfaitement analogues au rayonnement du vernis, quant à l'action qu'ils exercent sur la gomme : une modification donnée se produit, en effet, dans des temps sensiblement identiques, sous l'action de ces deux agents si divers.

§ 5. — Chimie physique

La Société de Chimie physique. — Si, dans un périodique bibliographique comme les *Fortschritte der Physik*, que publie la Société allemande de Physique, on examine les travaux classés sous la rubrique « Chimie physique », on constate immédiatement que le nombre des Mémoires français qui se rattachent à ces questions est relativement considérable. Ce fait de pure statistique montre que, si la Chimie physique est *officiellement*[1] encore peu en honneur dans notre pays, elle préoccupe *en fait* un grand nombre de chercheurs qui publient leurs travaux dans les Bulletins de diverses Sociétés, comme la Société de Physique, la Société Chimique, la Société de Minéralogie, etc. Il y avait lieu de créer, par suite, un groupement qui leur permît de se rencontrer, de se mettre mutuellement au courant de leurs recherches et de présenter leurs résultats à un public moins spécialisé.

La création, en 1908, de la Société de Chimie physique est résultée de cette constatation, et, dès son début, ses fondateurs se sont efforcés d'amener à la Société naissante des adhérents appartenant à des spécialités très différentes; l'examen du premier annuaire publié (1909) permet de constater qu'ils y ont réussi. Pour faciliter la fusion entre ces éléments divers : physiciens, chimistes, électrochimistes, physiologistes, minéralogistes, les ordres du jour des séances comportent toujours comme partie principale l'exposition, par un spécialiste, d'une question quelconque dont les côtés douteux ou peu travaillés sont soigneusement mis en lumière d'abord dans l'exposé lui-même, puis dans la discussion qui suit immédiatement après. Cette manière de faire est particulièrement propre à assurer l'œuvre d'éducation mutuelle et d'entr'aide scientifique à laquelle sont conviés les membres de la Société; si, dans l'avenir, les communications originales deviennent nombreuses, elles ne devront jamais faire disparaître des ordres du jour ces mises au point suivies de discussions, qui représentent la partie la plus caractéristique et la plus importante de la tâche que s'est imposée la Société et dont la réalisation est basée sur la mise en commun des connaissances de tous, pour le plus grand avantage de chacun et l'intérêt général des recherches physico-chimiques.

La Société est dirigée par un Conseil composé, pour 1909, de : MM. J. Perrin, chargé du cours de Chimie physique à la Sorbonne, *Président*; V. Henri, préparateur de Physiologie à la Sorbonne, *Vice-Président*; A. Brochet, chef de Travaux d'Electrochimie à l'Ecole de Physique et de Chimie de la ville de Paris, *Trésorier*; P. Langevin, professeur au Collège de France, *Membre du Conseil*; L. Lapicque, maître de conférences de Physiologie à la Sorbonne, *Membre du Conseil*; G. Urbain, professeur à la Faculté des Sciences de Paris, *Membre du Conseil*; Ch. Marie[2], chef de travaux de Chimie physique à la Faculté des Sciences de Paris, *Secrétaire Général*.

§ 6. — Chimie industrielle

L'industrie électro-chimique en Suisse. — L'absence de combustible minéral, jointe à l'abondance

[1] Il est caractéristique de signaler, à ce point de vue, que, à la Sorbonne, l'enseignement de la Chimie physique n'est représenté que par un chargé de cours; aucun examen ne correspond, d'ailleurs, à cet enseignement.

[2] M. Ch. Marie se tient à la disposition des personnes désireuses d'avoir des renseignements plus détaillés sur la Société de Chimie physique. (Adresse : 98, rue du Cherche-Midi.)

dès forces hydrauliques, devait naturellement orienter la Suisse vers les industries électro-chimiques. M. Maurice de Coppet[1], qui vient de consacrer à leur situation actuelle une étude d'ensemble, distingue trois catégories suivant que l'utilisation du courant s'opère par voie humide, par voie sèche ou par effluve.

Les usines de la première catégorie produisent la soude, la potasse, les chlorures et les chlorates. La plus ancienne, établie en 1890, au Day, près de Vallorbe, avec un capital de 4.400.000 fr., est d'origine française; elle dispose d'une force de 2.700 chevaux et occupe une centaine d'ouvriers. Avec le chlorure de potassium, importé de Saxe, elle prépare le chlorate de potasse et la potasse caustique. La deuxième, fondée en 1895, à Türgi, sur l'Aar, est beaucoup moins importante; elle fabrique, en outre, le chlore et la soude caustique. Une autre entreprise française, la Société universelle d'explosifs, produit à Jussy, près de Genève, le perchlorate de potasse. Enfin, la Fabrique bâloise de produits chimiques, fusionnée avec la Société pour l'industrie chimique de Bâle, vient d'acquérir l'usine de Monthey qui se livrait à la production du chlorure de chaux; l'avilissement des prix de cette matière a nécessité une transformation. Dorénavant, le chlore sera utilisé à la fabrication des produits des industries bâloises : indigo synthétique, chloral, chloroforme, etc.

La production de ces fabriques ne peut être évaluée que très approximativement, mais l'exportation est mieux connue; elle comprend surtout les chlorates, avec une moyenne annuelle de 1.675 tonnes, destinée en bonne partie au Japon, le chlorure de chaux, dont les chiffres ont passé de 1.533 tonnes, en 1904, à 201 tonnes en 1908; quant à la potasse et à la soude caustique, l'exportation en est insignifiante.

Les usines de la seconde catégorie préparent au four électrique, soit par l'électrolyse, soit par la chaleur du courant, l'aluminium, le sodium, le carbure de calcium, les produits azotés et les alliages de métaux. La plus ancienne a été fondée à Neuhausen, en 1888; elle fabrique l'aluminium par le procédé Héroult et dispose d'une force de 4.000 chevaux captée à la chute du Rhin. Cette entreprise est très prospère; elle a créé d'autres usines : en 1898, à Rheinfelden badois (5.000 chevaux); en 1899, à Lend et à Bamis (15.000 chevaux), dans le Salzbourg; en 1905, à Chippis (60.000 chevaux), dans le Valais; en 1908, à Saint-Louis, près de Marseille, pour la production de l'alumine au moyen de la bauxite de l'Estérel; en 1907, à Goldschmieden, en Silésie. Enfin, la Société a, depuis 1905, des participations financières dans des entreprises de fabrication d'acier électrique. L'aluminium est fabriqué à Neuhausen et à Chippis[2]; pendant les premières années, la Société suisse a dirigé le marché de ce métal; la production de ses différentes usines a passé de 237 tonnes en 1892 à 4.000 tonnes en 1907[3]; mais, dès 1900, la production américaine (Etats-Unis et Canada) atteignait 3.000 tonnes et passait à 8.000 en 1907; celle de la France s'élevait dans le même intervalle de 1.000 à 3.396 tonnes (1906). L'aluminium, qui valait 59 fr. le kilog en 1888, tombait à 2 fr. 50 en 1900. Pour enrayer la baisse, cinq des plus grandes fabriques, parmi lesquelles la Société de Neuhausen, formèrent une entente (Syndicat de vente) qui parvint à relever les prix jusqu'à 4 et 5 francs. Il en résulta une baisse de la consommation et des tentatives de remplacer l'aluminium par le ferro-silicium notamment. Les prix ont dû être réduits et le syndicat s'est dissous à la date du 1er octobre 1908. La cote actuelle est de 1 fr. 60, alors que le prix de revient serait de 1 fr. 30.

[1] Maurice de Coppet : L'industrie électro-chimique en Suisse. *Moniteur officiel du Commerce*, 6 mai 1909.

[2] Une Société anglaise, la *British Aluminium Co*, fait construire en ce moment dans le Valais, à Orsières, une grande fabrique de ce métal.

[3] Sur ces chiffres, la part qui revient aux deux usines est évaluée actuellement de 1.200 à 1.500 tonnes; l'exportation 1.038 tonnes en 1908) est destinée principalement à l'Allemagne et à la Russie.

Le sodium, déjà fabriqué en Allemagne et à Rioupéroux (Isère), est produit à Martigny (4.000 chevaux), depuis 1907, par une usine française et le sera bientôt à Monthey par l'usine bâloise.

Le carbure de calcium était produit en Suisse, dès 1894, par la Société de Neuhausen et par huit autres fabriques, disposant d'une force totale de 22.000 chevaux. De 600 francs la tonne, en 1896, les prix tombèrent à 350 francs en 1900, en même temps qu'éclatait une crise de surproduction. Quatre fabriques suisses furent arrêtées; les autres adhérèrent au Syndicat international constitué en France et qui s'est dissous l'an dernier. La situation s'améliora à tel point que l'exportation suisse a passé de 4.286 tonnes, en 1901, à 17.560 tonnes, en 1908; elle est dirigée presque tout entière vers l'Allemagne, où le carbure entre en franchise. Pendant cette période, les prix ont baissé de 300 à 250 francs; ils sont actuellement un peu au-dessous de 200 francs, approchant du prix de revient, 157 francs environ[1]. Dix fabriques produisent actuellement en Suisse le carbure de calcium : la Société de Neuhausen; les usines de la Lonza, avec leurs trois fabriques de Gampel (Valais) (7.500 chevaux), Thusis (Grisons) (6.000 chevaux) et Chèvres près Genève (1.000 chevaux); cette société, qui est, avec celle de Neuhausen, la plus importante des entreprises suisses de ce genre, est intéressée à l'entreprise niçoise d'électro-chimie (usine à Plan du Var) et elle aménage actuellement une nouvelle installation à Viège (Valais) (11.000 chevaux); la Société franco-suisse d'Electro-chimie, qui a son siège à Lyon, possède deux établissements à Satigny et à Vernier, dans le canton de Genève; enfin, d'autres usines existent encore à Gurtnellen (Uri), Türgi, Flums (Saint-Gall) et Vernayaz (Valais).

La cyanamide est fabriquée par les usines de la Lonza, ainsi qu'à Martigny (Valais). Le ferro-silicium, le ferro-chrome, l'acier sont produits à Gurtnellen, Vernayaz, Courtepin et Montbovon (Fribourg). Une autre usine est en construction à Bodio (Tessin). 2.100 tonnes de ces alliages ont été exportées en 1908.

En ce qui concerne l'acide nitrique et les nitrates, ce sont plutôt des études et des essais de laboratoire que nous aurions à enregistrer. Comme pour la branche précédente, par le fait de l'absence de minerais, il ne semble pas que la Suisse soit appelée à donner un grand développement à la fabrication des produits azotés, qui nécessitent des forces considérables et facilement exploitables, telles qu'on les trouve plus aisément en Norvège.

Pierre Clerget,
Professeur à l'Ecole supérieure de Commerce de Lyon.

§ 7. — Géologie

Le Service des Mines en Indo-Chine. — Le gouverneur de l'Indo-Chine vient de rendre récemment un décret sur la réorganisation du Service des Mines, où il est très intéressant de noter un symptôme d'évolution administrative. Le Service existant actuellement en France porte, en effet, comme la plupart de nos institutions, la marque du régime napoléonien, et ce qui convenait autrefois parfaitement ne peut évidemment avoir les mêmes raisons d'être dans le milieu moderne. Il est inadmissible, par exemple, que l'on soumette au même enseignement des élèves destinés à des fonctions essentiellement diverses. Car si, autrefois, il était possible à l'ingénieur d'être une sorte d'encyclopédiste des sciences alors naissantes, ce dessein est maintenant irréalisable devant la complexité croissante de chaque science. A vouloir trop embrasser, on n'arrive qu'à mal étreindre; « comme une onde qui bout dans une urne trop pleine », cette science encyclopédique, entassée à force de surmenage, se dissipe,

[1] La production mondiale annuelle du carbure de calcium a été récemment évaluée à 180.000 tonnes, dont la moitié pour la Norvège seule; la part de la Suisse, d'après M. de Coppet, serait de 20 à 25.000 tonnes.

se perd, reste superficielle et de valeur moindre qu'une culture limitée, mais plus profondément acquise.

Le Corps des Mines de l'Indo-Chine est maintenant divisé en trois services. Les *ingénieurs*, recrutés parmi les élèves des grandes écoles, s'occuperont du contrôle et de la surveillance des mines et des carrières, des appareils à vapeur. Le relevé de la carte géologique sera confié à des *géologues*, choisis d'après leurs études, leurs diplômes (une licence ès sciences est exigée) et surtout, critérium excellent, leurs travaux scientifiques publiés. Enfin, des *chimistes*, anciens élèves des Instituts annexés aux Universités ou de l'Ecole parisienne de Physique et de Chimie, seront chargés du service des laboratoires : analyses des matériaux employés pour les travaux publics, des eaux potables, essais industriels de toute sorte.

Il est superflu de remarquer combien est raisonnable une telle méthode : il paraît très simple de ne pas prendre de mathématicien pour faire les analyses chimiques. Pourtant, c'est ce qui est un peu de règle, et nous n'avons guère progressé depuis Figaro. Souvent ainsi les solutions les plus rationnelles ne peuvent s'imposer que lors de la création de choses nouvelles : traditions, routines, intérêts lésés ne viennent pas alors s'opposer à l'adoption des meilleures mesures. L'Indo-Chine donne à la France un exemple à suivre. Puisque, pour faire face aux besoins nouveaux, l'on a créé de tous côtés des Instituts de Chimie, il n'est que trop juste d'ouvrir des débouchés à leurs élèves, et de choisir ceux-ci pour les besognes auxquelles ils sont le plus aptes. Puisque règlements et programmes traditionnels sont surannés, on ne doit pas hésiter à les remplacer par d'autres, correspondant mieux à l'état nouveau des choses. H. Rousset.

§ 8. — Botanique

Relation entre la forme des feuilles et la consommation de lumière. — Dans un Mémoire récemment présenté à l'Académie des Sciences de Vienne, le Professeur Wiesner[1] discute les relations qui existent entre la forme des feuilles et la consommation de lumière.

On sait que les plantes disposent de différents moyens pour s'assurer une grande consommation de lumière. Mais on n'avait pas, jusqu'ici, fait attention à un moyen que la Nature utilise fréquemment pour rendre la plante susceptible de supporter impunément de grandes intensités lumineuses. Il s'agit, comme le fait voir l'auteur, d'une division très avancée du feuillage, qui diminue le volume des organes d'assimilation. La petitesse de volume des feuilles augmente leur surface relative et leur perméabilité, ce qu'on reconnaît de la façon la plus frappante chez les Conifères. La grande surface entraîne une abduction très rapide de la chaleur, et la perméabilité une réduction très importante de l'échauffement dû à l'action des rayons qui frappent les feuilles. Or, ces deux conditions concourent évidemment à donner aux organes de peu de volume une grande résistance à la chaleur, d'autant plus favorable à l'organe assimilatoire que sa consommation de lumière est plus grande.

Voici des expériences très intéressantes faites par M. Wiesner pour illustrer la résistance thermique des organes de peu de volume. Un fragment, long de 4,5 centimètres, d'une cellule de liber de *Böhmeria tenacissima*, introduit dans le plan focal d'une lentille convexe sous un soleil d'environ 25° d'altitude, ne s'est pas enflammé, même après quelques minutes, tandis qu'une mèche finement tressée, se composant de plus de 400 cellules, a pris feu immédiatement dans le plan focal. Or, dans des conditions à peu près égales, un faisceau dense se composant de 50 tiges fraîches s'est enflammé immédiatement, et un autre faisceau se composant de 25 tiges n'a commencé à brûler qu'après trois à quatre secondes, tandis qu'une tige individuelle s'est maintenue parfaitement inaltérée pendant quatre minutes.

[1] *Die Umschau*, nº 7, 1909.

§ 9. — Zoologie

Les Jardins Zoologiques à l'Étranger. — Nous avons précédemment rendu compte, dans cette *Revue*[1], de deux intéressants Rapports de M. Loisel sur l'organisation, le fonctionnement et l'utilisation des Jardins Zoologiques de l'Europe. Un troisième et dernier Rapport, renfermant une étude comparative des établissements similaires des Etats-Unis et du Canada, ainsi que des conclusions générales, vient d'être publié[2]; il traite des Jardins Zoologiques, — parmi lesquels il faut donner une place à part aux Parcs immenses de New-York (105 hectares) et de Washington (66 hectares), — des Aquariums de New-York et du Bureau des pêches à Wood's Hole, des Stations d'expériences sur les Insectes considérés au point de vue agricole, Stations qui dépendent plus ou moins directement du Ministère de l'Agriculture, des réserves d'animaux sauvages, et en particulier du splendide Yellowstone National Park, et enfin des établissements de Biologie et de Zoologie expérimentales, parmi lesquels le laboratoire de Cold Spring Harbor, fondé par Carnegie, réalise l'idéal du genre.

La partie documentaire des trois Rapports de M. Loisel paraît tout à fait intéressante, et il y aurait certainement à y puiser d'excellentes idées sur le logement des animaux, surtout des Fauves, les soins de propreté et d'hygiène qui ont permis de réduire dans de notables proportions la mortalité, toujours si grande dans les Jardins Zoologiques, et enfin sur l'étiquetage, conçu de façon à donner tout de suite tous les renseignements que l'on a la manie de réléguer dans des guides à peu près inutilisables et que, du reste, l'on n'achète pas.

Quant aux conclusions pratiques, pour notre pays, que l'on peut dégager de ces Rapports, on pouvait un peu les prévoir : pour faire un beau Jardin Zoologique, il faut beaucoup de place, beaucoup d'argent, beaucoup de personnel.

On ne doit pas, je pense, lui demander autre chose que d'intéresser ou d'amuser le public, de fournir des documents aux artistes animaliers, et des matériaux occasionnels d'observation aux savants; c'est ce que fait, actuellement, plus ou moins bien, notre Jardin de Plantes de Paris. M. Loisel — et c'est là l'idée dominante de ses trois Rapports — voudrait que le Jardin Zoologique de ses rêves eût comme première raison d'être une utilisation scientifique pour la Biologie générale et la Zoologie économique, et il trace un programme très vaste, un peu naïf aussi, des travaux que pourrait envisager un Jardin installé et dirigé comme il le comprend; mais ce serait le transformer en une immense Station de Zoologie expérimentale, idée évidemment très originale, mais qui paraît aussi impraticable que possible; sa réalisation n'a, du reste, été tentée nulle part, et pour cause.

[1] *Rev. gén. des Sc.* du 30 septembre 1907, t. XVIII, p. 737; et du 15 juillet 1908, t. XIX, p. 520.

[2] Rapport sur une Mission scientifique dans les Jardins et Etablissements Zoologiques publics et privés des Etats-Unis et du Canada, et conclusions générales sur les Jardins Zoologiques. *Nouvelles Archives des Missions scientifiques*, t. XVI, 1908, p. 217.

RECHERCHES SUR LE MAGNÉTISME TERRESTRE

La détermination du *vecteur* qui représente en chaque point de la surface de la Terre la force qui agit sur l'unité de magnétisme nord placée en ce point, l'étude des variations de ce vecteur dans le temps et dans l'espace, et la recherche des causes de ces variations, tel est le vaste sujet d'étude du magnétisme terrestre, sujet qui devrait être étendu aux points de l'intérieur du globe ou aux divers points de l'atmosphère, si l'on voulait poser le problème dans son ensemble. On ne peut s'empêcher de remarquer que l'ampleur et l'intérêt de cette belle question de Philosophie naturelle contrastent, en quelque sorte, avec le délaissement dont elle est l'objet en France, alors qu'au contraire elle est étudiée avec ardeur, et quelquefois profit, chez les autres nations de l'Europe.

Je me propose d'exposer ici, non la question entière du magnétisme terrestre qui m'entraînerait beaucoup trop loin, mais les quelques résultats auxquels je suis parvenu dans cette étude, depuis 1893, à l'Observatoire de Toulouse. Cet exposé comprendra trois parties : la première se rapporte aux mesures absolues faites à l'Observatoire de 1893 à la fin de 1906 ; la deuxième est relative aux mesures absolues exécutées dans la région de Toulouse ; la troisième, qui est la partie essentielle, est relative à la recherche de la loi de distribution régulière des éléments magnétiques d'une contrée à une date fixe.

I. — Mesures absolues faites a Toulouse de 1893 a 1906.

En un point donné, tel que l'Observatoire de Toulouse, on peut, ou bien étudier les variations du vecteur magnétique T et de ses composantes H, X, Y, Z (ainsi que les angles D et I)[1] au moyen d'enregistreurs photographiques du système de M. Mascart, par exemple, ou bien faire trois ou quatre fois par mois des mesures absolues des éléments D, H, I. L'enregistrement des variations du magnétisme terrestre exige une installation toute spéciale et coûteuse, dans une station éloignée d'au moins 8 ou 10 kilomètres de tout tramway électrique à trolley, et un observateur s'occupant *exclusivement* de surveiller le fonctionnement des enregistreurs, d'en déterminer fréquemment les constantes, de dépouiller les courbes photographiques et de les traduire en nombres d'où l'on tire les moyennes diurnes, mensuelles, annuelles, non seulement pour les éléments D, H, Z donnés directement par les enregistreurs, mais encore pour les quatre autres éléments I, X, Y, T. L'obligation d'avoir un observateur voué uniquement ou quasi-uniquement au service des enregistreurs magnétiques est une question d'argent assez sérieuse pour avoir arrêté jusqu'ici la plupart des observatoires de province. Quant à la question des tramways électriques à trolley, elle est la mort sans phrase des études de magnétisme terrestre, par le fonctionnement des enregistreurs magnétiques rendu impossible et par l'altération que les *courants vagabonds* produits par la traction électrique font subir au vecteur magnétique en tous les points où ils passent. Il me suffira de rappeler le souvenir de l'Observatoire magnétique du Parc-Saint-Maur, obligé en 1900 d'émigrer au Val-Joyeux, et de l'Observatoire magnétique de Perpignan, obligé de cesser ses travaux, pour justifier le pessimisme de la conclusion précédente et le caractère *provisoire* de toutes les études de magnétisme terrestre, condamnées à disparaître définitivement lorsque les réseaux de tramways électriques auront envahi la France.

Pour des raisons variées, parmi lesquelles l'annonce de l'installation (aujourd'hui réalisée) de tramways électriques à Toulouse entre pour une bonne part, le Service magnétique de l'Observatoire, de 1893 jusqu'à l'heure actuelle, s'est borné à des mesures magnétiques absolues de la déclinaison, de la composante horizontale et de l'inclinaison, mesures faites à l'aide de boussoles de Brunner, en suivant les errements de M. Moureaux. De 1893 à fin 1905, ces mesures absolues, exécutées par mes assistants ou par moi-même, ont été au nombre de 1289 (613 déclinaisons, 419 composantes horizontales, 257 inclinaisons).

Quelque grande que soit la confiance qu'on doive avoir dans les observations faites par des assistants dont on connaît le zèle et la droiture, il est nécessaire de posséder un critérium capable de faire distinguer à première vue les observations bien faites des observations entachées d'erreurs fortuites ou systématiques. Supposons qu'il s'agisse de la déclinaison D et que celle-ci ait été mesurée à Toulouse, en temps de calme magnétique, à une certaine heure moyenne exprimée en *temps local* de Toulouse. Soit D′ la déclinaison à l'Observatoire du Parc-Saint-Maur à la même heure, évaluée cette fois en temps local du Parc-Saint-Maur ; les déclinaisons D et D′ se correspon-

[1] H = composante horizontale, X = composante nord, Y = composante ouest, Z = composante verticale, D = déclinaison, I = inclinaison.

dent, car l'expérience prouve que les courbes fournies par les enregistreurs magnétiques de localités même assez éloignées ont des formes pour ainsi dire identiques si on les rapporte au temps local.

En toute rigueur, si les formes sont les mêmes, l'amplitude des variations est nettement fonction de la latitude géographique; mais, si l'on admet que, dans toute l'étendue de la France, la variation diurne est la même, les erreurs qui peuvent résulter de cette approximation sont très faibles et ne dépassent pas la limite des erreurs d'observation; la différence D — D′ est donc sensiblement indépendante de l'heure du jour où l'on a opéré. Bien plus, l'expérience prouve que cette expression est une fonction assez lente du temps pour qu'en une année, par exemple, la variation en soit insensible et fort inférieure aux erreurs possibles de l'observation. Il en est de même pour tous les éléments magnétiques dans les années de calme.

La méthode de vérification des observations de Toulouse depuis 1893 a donc consisté à demander à l'Observatoire magnétique du Parc-Saint-Maur communication des éléments magnétiques de cet Observatoire correspondant à ceux qui ont été mesurés à la même heure locale, à Toulouse. S'ils correspondent à une période de *calme magnétique*, la différence entre les éléments de Toulouse et ceux du Parc-Saint-Maur devra, aux erreurs près de l'observation, se maintenir sensiblement constante pendant le cours d'une même année et varier lentement d'une année à l'autre; toute observation ne répondant pas à ces conditions sera réputée mauvaise.

Si l'observation est faite en temps d'*orage magnétique*, le plus souvent il sera impossible de l'achever; l'état d'agitation de l'aiguille aimantée est alors visible pour l'observateur le moins prévenu; les vérifications approchées, que les mesures permettent lorsqu'elles sont bonnes et faites en temps de calme magnétique, ne réussissent pas; au cas où l'on a pu achever les mesures, la comparaison de l'élément obtenu est impossible à faire avec les éléments du Parc-Saint-Maur, à cause des variations extraordinaires que montrent, en pareil cas, les courbes des enregistreurs magnétiques, variations qui se succèdent, en signes contraires, à des instants très rapprochés.

Mais, entre le cas idéal du calme magnétique et le cas fâcheux de l'orage magnétique ou de la grande perturbation, il y a toute une série d'états intermédiaires pour lesquels la différence (Toulouse-Parc-Saint-Maur), pour un élément magnétique donné, peut varier légèrement sans que la mesure considérée cesse d'être bonne. Bien entendu, ce n'est que lorsque la totalité des courbes magnétiques est très agitée qu'il est surtout permis d'attribuer à l'état magnétique général une variation sensible dans la différence en question.

§ 1. — Influence du nombre relatif des taches solaires sur la déclinaison.

Alors que, jusqu'ici, les mesures magnétiques absolues faites en dehors des observatoires magnétiques restaient inutilisées[1], l'étude de la différence (Toulouse-Parc) entre les années 1893 et 1905 a permis de mettre en évidence la variation, en fonction du temps, de la différence en question pour la déclinaison et la composante horizontale, et de montrer que cette variation est très probablement liée à l'action solaire.

Les observations étant groupées année par année, prenons pour chaque année la moyenne des différences (Toulouse-Parc), en éliminant quelques nombres par trop mauvais pour avoir une signification quelconque. Le résultat de ce calcul est contenu dans le tableau suivant relatif à la déclinaison :

ANNÉE	NOMBRE d'observations	$\Sigma\Delta_D$	TOULOUSE-PARC	
1894	59	— 1762′,7	— 29′,88	
1895	21	— 621,6	— 29,60	
1896	30	— 837,3	— 27,91	
1897	11	— 303,0	— 27,54	
1898	35	— 932,5	— 26,64	
1899	56	— 1521,8	— 27,18	*max*
1900	43	— 1147,0	— 26,67	
1901	82	— 2263,6	— 27,60	
1902	67	— 1867,85	— 27,88	
1903	47	— 1303,0	— 27,72	
1904	60	— 1688,7	— 28,14	
1905	90	— 2629,4	— 29,22	*min.*
1906	22	— 636,3	— 28,92	

Bien que trois boussoles de Brunner ou de Chasselon, très différentes par leur taille et par l'époque de leur construction, aient été employées pour faire les mesures de déclinaison et que le nombre des mesures ait été relativement peu élevé dans l'intervalle 1895-1898, on peut dire que la valeur absolue de la différence (Toulouse-Parc) a été en diminuant de 1894 à 1899, tandis qu'elle a été indubitablement en croissant de 1900 à 1905, pour décroître ensuite.

Quoiqu'il soit malaisé de tirer des conclusions lorsque les mesures s'étendent à un aussi faible intervalle de temps (1894-1906), la variation mise en évidence par le tableau précédent me paraît confirmer très heureusement la théorie de Rüdolf Wolff relative à l'influence des taches du Soleil sur la variation diurne, théorie sur laquelle la thèse de doctorat de M. Ch. Nordmann a de nouveau attiré l'attention des physiciens.

[1] Les mesures absolues faites dans les Observatoires magnétiques servent à transformer les mesures relatives des enregistreurs en mesures absolues.

L'avant-dernier maximum du *nombre relatif*[1] des taches solaires ayant été observé en 1893, le minimum suivant en 1901 et le dernier maximum en 1905, cela est suffisamment d'accord avec la variation observée de la différence (Toulouse-Parc).

Toute théorie à part, il est incontestable que la différence (Toulouse-Parc) passe algébriquement par un maximum au voisinage de 1899 et par un minimum en 1905. On peut mettre ce fait en évidence pour les différences (Perpignan-Parc) et (Nice-Parc) en utilisant les éléments magnétiques au 1er janvier des Observatoires du Parc-Saint-Maur, de Perpignan et de Nice, communiqués à l'Académie des Sciences par M. Moureaux : on obtient alors le tableau suivant :

	PERPIGNAN-PARC	NICE-PARC	PERPIGNAN-NICE
	—	—	—
Au 1er janvier			
1889 . .	— 1°13',3	»	»
1890 . .	12,4	»	»
1891 . .	11,8	»	»
1892 . .	11,9	»	»
1893 . .	11,4	»	»
1894 . .	9,6	»	»
1895 . .	9,3	»	»
1896 . .	9,5	»	»
1897 . .	8,2	— 2°46',1	+ 1°37',9
1898 . .	6,9	45,7	38,8
1899 . .	6,37 *max.*	45,31 *max.*	38,94 *max.*
1900 . .	7,31	45,70	38,39
1901 . .	9,01	45,83	36,82

Toutes les différences considérées passent par un maximum très net au 1er janvier 1899. Il est assez singulier que la différence (Perpignan-Parc), donnée par les mesures absolues de deux observatoires de premier ordre, ne présente pas de minimum, bien qu'elle soit étudiée jusqu'au 1er janvier 1889 et que le nombre relatif des taches solaires soit passé par un maximum en 1893. Probablement, des bizarreries locales interviennent ici pour empêcher la vérification de l'action solaire.

[1] Les *nombres relatifs* de R. Wolff résultent de l'observation, pour tous les jours de l'année où le Soleil est visible, du nombre p des *groupes* de taches et du nombre total q des *taches simples* donnés par une lunette de 4 pieds de Frauenhofer, avec un grossissement de 64 diamètres. On forme alors le nombre $10\,p + q$, qui caractérise l'état du Soleil pour le jour de l'observation. La moyenne arithmétique des nombres ainsi obtenus pour tous les jours d'une année donne le *nombre relatif* de Wolff qui se rapporte à cette année.

L'idée maîtresse du savant directeur de l'Observatoire de Zurich est que le nombre p des groupes de taches est tout à fait caractéristique de l'état du Soleil; mais comme, d'autre part, le nombre total q des taches simples est aussi une mesure de cet état, il y a lieu de combiner les deux nombres en donnant au premier une importance prépondérante représentée par le facteur 10, qui a l'avantage sur les nombres entiers voisins de permettre un calcul très rapide. Il serait plus exact de remplacer les nombres relatifs de Wolff de chaque jour par la fraction de la surface solaire occupée ce jour-là par l'ensemble des taches; mais cela exigerait des observations si nombreuses parfois, et des calculs si longs pour tenir compte de ce que nous ne voyons les taches qu'en raccourci, que R. Wolff y a renoncé.

Cependant, un doute sérieux peut rester dans l'esprit en raison de l'espace de temps très court que comprennent les observations qui viennent d'être citées. En effet, la période des taches solaires étant d'environ onze années, les nombres précédents ne peuvent pas emporter la conviction. Pour pousser la démonstration le plus loin possible, il faut évidemment utiliser les séries d'observations provenant de l'emploi des enregistreurs magnétiques. La plus ancienne est celle de l'Observatoire royal de Greenwich; celle du Parc-Saint-Maur remontant à 1883 (bien qu'interrompue en 1901 et remplacée par celle du Val-Joyeux), j'ai pu utiliser ces deux séries.

Les observations de Greenwich, comme celles de Potsdam, donnant les moyennes annuelles de D, H, I, tandis que celles du Parc-Saint-Maur donnent les valeurs au 1er janvier de chaque année, j'ai ramené les observations de Greenwich à être comparables aux observations françaises en prenant la moyenne de deux années consécutives, ce qui fournit la valeur au 1er janvier de la dernière année. Le tableau suivant, relatif à la déclinaison, montre que les maxima et minima de la différence (Greenwich-Parc) sont en relation évidente avec les maxima et minima du nombre relatif des taches solaires :

NOMBRE RELATIF des taches solaires	ANNÉE	GREENWICH-PARC
—	—	—
maximum	1er janvier 1883	+ 1°54',75 *max.*
	— 1884	54,0
	— 1885	54,15
	— 1886	54,1
	— 1887	54,6
	— 1888	52,55
minimum	— 1889	50,25 *min.*
	— 1890	50,45
	— 1891	50,2
	— 1892	49,8
maximum	— 1893	50,4 *max.*
	— 1894	50,1
	— 1895	48,5
	— 1896	48,05
	— 1897	47,35
	— 1898	46,6
	— 1899	45,3
	— 1900	43,8
minimum	— 1901	43,3 *min.*
	— 1902	44,3
	— 1903	44,05
maximum	— 1904	45,05 } *max.*
	— 1905	44,95 }
	— 1906	43,7

En ce qui concerne la déclinaison, la coïncidence des maxima et des minima avec ceux du nombre relatif des taches solaires est pour ainsi dire parfaite; les maxima (ceux de 1893 et de 1904) suivent les minima (ceux de 1889 et de 1901) environ à quatre années d'intervalle et sont peu marqués par rapport aux minima; au contraire, la chute est

généralement brusque après les maxima (du moins ceux de 1893 et de 1904).

On doit considérer la différence (Greenwich-Parc) pour la déclinaison comme résultant d'une variation séculaire atteignant — 0′,44 par an, superposée à une variation périodique de faible amplitude (± 1′,5 à 2′) analogue à la loi de variation des nombres relatifs de Wolff quant à la position relative des maxima et des minima.

On retrouve bien entre les années 1894 et 1905 l'allure indiquée par les observations de Toulouse, c'est-à-dire le minimum voisin de 1899 et le maximum de 1905. Enfin, des causes perturbatrices inconnues font que les points représentatifs de la différence des moyennes au 1er janvier de deux Observatoires magnétiques de premier ordre chevauchent, mettant ainsi en défaut la continuité harmonieuse qu'on s'attendrait à trouver en pareil cas.

§ 2. — Influence du nombre relatif des taches solaires sur la composante horizontale.

Les causes perturbatrices qu'on vient de mettre en évidence dans le cas de la déclinaison agissent encore plus fortement dans le cas de la composante horizontale, et rendent, par conséquent, plus difficile la démonstration de l'influence du nombre relatif des taches solaires. Toutefois, cette influence est très nette pour les différences (Perpignan-Parc) et (Nice-Parc) obtenues en utilisant, comme précédemment, les éléments magnétiques au 1er janvier communiqués à l'Académie des Sciences par M. Moureaux entre janvier 1889 et janvier 1901 :

	PERPIGNAN-PARC	NICE-PARC	PERPIGNAN-NICE
Au 1er Janvier			
1889 . .	+ 0,02664	»	»
1890 . .	660	»	»
1891 . .	667	»	»
1892 . .	647 *min.*	»	»
1893 . .	661	»	»
1894 . .	675	»	»
1895 . .	683	»	»
1896 . .	685	»	»
1897 . .	702	+ 0,02678	+ 0,00024
1898 . .	702	672	30
1899 . .	721 *max.*	683	38 *max.*
1900 . .	710	705 *max.*	5
1901 . .	695	700	25

La différence (Perpignan-Parc) passe par un minimum très net au 1er janvier 1892 et par un maximum non moins net au 1er janvier 1899; il semble qu'ici le maximum et le minimum de (Perpignan-Parc) devancent l'un et l'autre le maximum de taches de 1893 et le minimum de 1901. De même, les différences (Nice-Parc) et (Perpignan-Nice) entre 1897 et 1901 présentent l'une et l'autre un maximum un peu en avance sur le minimum de taches de 1901.

Le tableau suivant, relatif à la composante horizontale, montre que les maxima et minima de la différence (Greenwich-Parc) sont aussi en relation avec les maxima et minima du nombre relatif des taches solaires :

NOMBRE RELATIF	ANNÉE	GREENWICH-PARC
maximum	1er janvier 1883	— 0,01290
	— 1884	1214
	— 1885	1198
	— 1886	1205
	— 1887	1201
	— 1888	1223
	— 1889	1236
minimum	— 1890	1241
	— 1891	1242
	— 1892	1252
	— 1893	1250 *max.*
maximum	— 1894	1274
	— 1895	1278
	— 1896	1273
	— 1897	1275
	— 1898	1280
	— 1899	1282
	— 1900	1281
minimum	— 1901	1292 *min.*
	— 1902	1284
	— 1903	1302
	— 1904	1262 *max.*
maximum	— 1905	1294
	— 1906	1294

La variation qui s'étend du 1er janvier 1892 au 1er janvier 1907 seule est régulière; elle présente, en effet, au 1er janvier 1893 et au 1er janvier 1904 des maxima et au 1er janvier 1901 un minimum qui concordent d'une façon suffisante avec les maxima et minima du nombre relatif des taches du soleil. Il y a toutefois au 1er janvier 1903 un fort minimum, précédé d'un maximum peu marqué au 1er janvier 1902, lesquels doivent l'un et l'autre être rattachés à une même cause perturbatrice inconnue qui a agi simultanément, quoique plus faiblement, sur la déclinaison et l'inclinaison.

Si l'on fait abstraction de la valeur relative au 1er janvier 1883, on est porté à admettre, comme pour la déclinaison, la superposition d'une variation séculaire d'environ — 0,000.036 par année et d'une variation périodique de faible amplitude (± 0,000.20 à 0,000.25) analogue à la loi des taches solaires.

Enfin, la courbe de la différence (Greenwich-Parc), *convenablement retournée* et envisagée entre 1894 et 1906, offre, pour ainsi dire, point par point, les mêmes particularités que les points représentatifs des observations de la différence (Toulouse-Parc) que nous ne reproduisons pas pour ne pas fatiguer le lecteur.

L'inclinaison donnerait lieu à des remarques analogues, avec cette particularité que les variations annuelles des différences sont excessivement faibles, de sorte que la moyenne des mesures de

toute une année ne fait pas toujours disparaître les irrégularités qui masquent la simplicité des phénomènes.

Il semble donc bien que l'on soit fondé à dire que, *pour tous les éléments magnétiques, les différences analogues à (Toulouse-Parc) paraissent être la superposition d'une variation séculaire proportionnelle au temps et d'une variation périodique de faible amplitude à la façon des taches solaires.*

On entend par là que, pour un élément magnétique donné, la variation périodique reprend la même valeur tous les onze ans environ, qu'elle passe par un maximum ou un minimum vers l'époque du maximum des taches solaires et par un minimum ou un maximum vers le moment du minimum des taches, le maximum et le minimum n'étant pas équidistants, ainsi qu'on l'a vu auparavant.

Toutefois, des forces perturbatrices inconnues agissent sur les différences en question pour déplacer les maxima et minima et quelquefois les changer de signe.

§ 3. — Recherches sur l'influence propre des taches du Soleil.

Puisqu'on ne peut nier l'influence de la période undécennale des taches solaires sur le magnétisme terrestre en général et la différence (Toulouse-Parc) en particulier, sans vouloir faire de théorie à ce sujet, on peut se demander comment le Soleil agit, si c'est par sa surface propre ou par les bizarreries qu'elle peut présenter (taches, pores, etc).

Nous limitant aux mesures de déclinaison et de composante horizontale, nous considérerons les valeurs de la différence (Toulouse-Parc) :

1° Dans le cas où la surface solaire ne présente ni taches, ni pores ;

2° Dans le cas où elle présente seulement des pores ;

3° Dans le cas où elle présente des taches, avec ou sans pores ; nous obtenons ainsi le tableau I suivant :

TABLEAU I. — *Influence propre des taches du Soleil sur les éléments du magnétisme terrestre.*

ANNÉE	SOLEIL SANS TACHES NI PORES		SOLEIL AVEC PORES SEULEMENT		SOLEIL AVEC TACHES	
	Nombre d'observations	Valeur moyenne de Toulouse-Parc	Nombre d'observations	Valeur moyenne de Toulouse-Parc	Nombre d'observations	Valeur moyenne de Toulouse-Parc
			Déclinaison.			
1897	6	— 26′,45	»	»	5	— 29′,21
1898	4	— 26,25	2	— 26′,50	29	— 26,71
1899	4	— 27,92	2	— 26,50	50	— 27,14
1900	21	— 26,56	»	»	22	— 26,78
1901	56	— 27,46	2	— 26,85	24	— 28,00
1902	43	— 27,70	4	— 28,65	20	— 28,13
1903	10	— 27,96	»	»	37	— 27,66
	144	— 27′,36	10	— 27′,53	187	— 27′,50
			Composante horizontale.			
1898	2	+ 0,02200	3	+ 0,02188	16	+ 0,02185
1899	4	+ 0,02188	2	+ 0,02186	23	+ 0,02197
1900	13	+ 0,02177	»	»	32	+ 0,02183
1901	37	+ 0,02200	3	+ 0,02206	14	+ 0,02206
1902	53	+ 0,02197	2	+ 0,02220	13	+ 0,02200
1903	9	+ 0,02219	»	»	28	+ 0,02205
	98	+ 0,02197	10	+ 0,02199	126	+ 0,02195

Le nombre des observations dans lesquelles la surface solaire présente exclusivement des pores étant toujours très faible, comparons les effets produits par la surface solaire avec ou sans taches pendant les années 1900-1904, où le nombre des mesures n'est pas trop petit. On voit que les moyennes annuelles de (Toulouse-Parc) sont sensiblement les mêmes, qu'il y ait des taches ou qu'il n'y en ait pas, et cela aussi bien pour la déclinaison que pour la composante horizontale. Pour la déclinaison et l'intervalle de temps considéré, la différence des moyennes annuelles en question n'atteint jamais 0′,5 et est tantôt dans un sens et tantôt dans l'autre. Pour la composante horizontale, de 1900 à 1902, la différence ne dépasse pas 6 unités du cinquième ordre décimal ; elle atteint 14 unités en 1903, probablement parce que le très petit nombre (9) des observations faites avec une surface solaire sans taches donne une moyenne un peu

incertaine. Il semble donc bien que *l'influence propre des taches, si elle existe, soit très faible.*

En supposant que la surface solaire agisse sur l'aiguille aimantée par ses taches, son action est-elle toujours de même sens ? S'il en est ainsi, en prenant la moyenne générale de (Toulouse-Parc) pendant plusieurs années, on devra trouver une différence selon que le Soleil présente des taches ou n'en présente pas. Or, pour la déclinaison comme pour la composante horizontale, on trouve des moyennes remarquablement identiques.

Donc, qu'il y ait des taches ou qu'il n'y en ait pas, on arrive au même résultat ; bien mieux, malgré le nombre extrêmement restreint des observations faites avec une surface solaire présentant uniquement des pores, le résultat final est encore le même. D'ailleurs, dans le cours d'une même année, les pores donnent pour la différence (Toulouse-Parc) la même valeur moyenne que la surface solaire avec ou sans taches. On arrive donc à la conclusion suivante : *l'action propre des taches et des pores, si elle existe, n'est pas toujours de même sens, puisqu'elle disparaît dans les moyennes de plusieurs années.*

On peut faire aux conclusions précédentes, encore qu'elles s'appuient sur des centaines d'observations, cette objection que la nécessité de considérer des surfaces solaires sans taches nous a obligé à laisser de côté les années de grande activité solaire, où l'action propre des taches pourrait plus facilement être mise en évidence. On peut mettre l'objection à l'épreuve en comparant les valeurs moyennes de (Toulouse-Parc) que donnent les *taches visibles à l'œil nu* avec celles que donnent toutes les observations d'une même année ; c'est ce que montrent les tableaux suivants :

ANNÉE	SOLEIL AVEC TACHES VISIBLES A L'ŒIL NU — Nombre d'obs.	— Toulouse-Parc	MOYENNE GÉNÉRALE de Toulouse-Parc pendant la même année
		Déclinaison.	
1894 . . .	12	— 29',83	— 29',88
1898 . . .	2	— 25,35	— 26,64
1903 . . .	2	— 26,35	— 27,72
1905 . . .	14	— 29,04	— 29,22
		Composante horizontale.	
1894 . . .	3	+ 0,02192	+ 0,02180
1896 . . .	1	+ 0,02186	+ 0,02183
1903 . . .	2	+ 0,02213	+ 0,02209
1905 . . .	8	+ 0,02207	+ 0,02207

Lorsque les observations ne sont plus au nombre de quelques unités, comme en 1894 et en 1905 pour la déclinaison, en 1905 pour la composante horizontale, on voit que la valeur moyenne de (Toulouse-Parc) donnée par les grosses taches est, pour ainsi dire, identique à la moyenne générale de l'année correspondante, et cela doit paraître d'autant plus probant qu'il s'agit ici précisément des années à maximum de taches solaires.

Lorsque les observations sont peu nombreuses, la différence entre les moyennes en question, dans le cas de la déclinaison comme dans celui de la composante horizontale, est toujours dans le même sens ; mais alors les différences sont très petites et fort inférieures aux erreurs possibles des observations.

La conclusion précédente subsiste donc en entier : *qu'elles soient grosses ou petites, l'action propre des taches solaires, si elle existe, n'est pas toujours de même sens.*

Mais nous pouvons faire un pas de plus dans cette voie ; il suffit pour cela de se reporter de nouveau au tableau de la page 486. En effet, si les taches agissent seules sur l'aiguille aimantée, les observations faites avec une surface solaire dénuée de taches et de pores devraient donner des moyennes annuelles constantes de la différence (Toulouse-Parc). Or, il n'en est rien, aussi bien pour la déclinaison que pour la composante horizontale.

Pour la déclinaison, en particulier, si on laisse de côté les six observations de 1897, qui, à cause de leur petit nombre, peuvent donner une moyenne incertaine, les moyennes de toutes les autres années montrent, avec la dernière évidence, la marche croissante de la valeur absolue de (Toulouse-Parc) quand on passe du minimum des taches de 1899 au maximum de 1905. *La surface solaire dénuée de taches agit donc comme la surface solaire affectée de taches*, ce qui veut dire que *ce ne sont probablement pas les taches solaires elles-mêmes qui agissent, mais plutôt certaines parties de la surface solaire incomparablement plus étendues qu'elles et qui sont les véritables régions actives.* Ces surfaces actives se révèlent à nos yeux par les taches ; mais qu'elles se manifestent ainsi ou qu'elles ne présentent pas de taches, leur action sur le magnétisme terrestre reste la même.

On retrouve ainsi, par la simple considération de la différence (Toulouse-Parc), les parties essentielles d'une théorie due à M. Marchand, directeur de l'Observatoire du Pic-du-Midi, d'après laquelle l'action du Soleil sur les phénomènes de la Physique du Globe se produit par l'intermédiaire de *régions d'activité* caractérisées surtout par des *facules*, avec ou sans taches.

II. — Mesures absolues exécutées dans la région de Toulouse.

Les mesures magnétiques, en campagne, doivent avoir pour sanction la construction d'une carte magnétique.

Une carte magnétique est la représentation, en fonction de la longitude et la latitude géographiques, des valeurs simultanées qu'affecte, à une certaine époque idéale, un des éléments du magnétisme terrestre en tous les points de la carte. Il s'agit, bien entendu, des points de la surface du sol.

A cet effet, on joint par des lignes continues les points pour lesquels l'élément magnétique considéré a une même valeur fixée d'avance ; on ne trace généralement que les lignes *isomagnétiques* correspondant à des valeurs équidistantes de l'élément auquel elles se rapportent. Lorsque les observations forment un réseau serré et sont faites avec soin, elles affectent des formes plus ou moins irrégulières, phénomène qui s'exagère dans certaines régions, le bassin de Paris en particulier. D'autre part, les trois cartes magnétiques distinctes qu'exige l'étude d'une région sont assez malaisées à construire, parce que les nombreuses mesures absolues qu'elles supposent ne peuvent être faites que dans un intervalle de temps considérable, qui embrasse généralement plusieurs années à cause de la nécessité de n'opérer que pendant la belle saison.

Le champ magnétique d'un point donné de la surface de la terre étant une grandeur essentiellement variable avec le temps, la recherche des conditions qui, dans une large mesure, soustraient sa représentation à l'action du temps présente un réel intérêt. On est alors conduit, comme je l'ai montré dès 1897, à adopter une station de référence, qu'il conviendrait de placer au centre de la carte magnétique, et à inscrire sur les *isomagnétiques* de la carte non les valeurs rapidement variables avec le temps qu'ont en chacun de leurs points les éléments D, H, I, mais les valeurs sensiblement constantes des différences D-D′, H-H′, I-I′ entre les éléments des diverses lignes et les éléments correspondants D′, H′, I′, de la station de référence. On voit immédiatement la signification théorique importante des différences introduites sous la rubrique (Toulouse-Parc) et l'importance qu'il y a à en avoir la variation en fonction du temps.

Les mesures faites dans la région de Toulouse se rapportent à 176 localités visitées par mon assistant M. J. Fitte ou par moi ; ces localités appartiennent aux treize départements suivants :

Ariège (1 st.), Aude (2 st.), Aveyron (10 st.), Dordogne (1 st.), Gard (2 st.), Haute-Garonne (26 st.), Gers (22 st.), Lot (46 st.), Lot-et-Garonne (10 st.), Lozère (9 st.), Hautes-Pyrénées (2 st.), Tarn (5 st.), Tarn-et-Garonne (40 st.).

Avec ses 46 stations, le Lot est le département de France dont l'étude magnétique est aujourd'hui la plus complète ; cette étude particulière a été faite à la demande du Conseil général de ce département.

Au cours des mesures précédentes et sur une remarque que j'avais été amené à lui faire[1], M. E.-A. Martel m'a prié d'entreprendre l'exploration magnétique du gouffre de Padirac, tant pour compléter l'étude scientifique de cet abîme que pour voir si, comme je l'ai indiqué, il ne serait pas possible de mettre en évidence, par la discontinuité des éléments magnétiques de la surface du sol, les cavités du gouffre qui sont voisines de cette surface.

Le relevé topographique fait par M. Martel, sous forme de projection horizontale rapportée au *nord magnétique*[2], ne pouvait indiquer l'emplacement de la *salle du grand Dôme*, en particulier, qu'à une centaine de mètres près, à cause surtout de la valeur simplement approximative du nombre admis pour la déclinaison de l'intérieur du gouffre. La recherche magnétique de la *salle du Dôme* devait évidemment être faite au moyen de la déclinaison, à cause de la précision de sa mesure et du retentissement très grand des irrégularités de l'écorce terrestre sur sa valeur.

Une autre question très importante était de voir *si les éléments magnétiques de la surface du sol étaient ou non identiques à ceux de l'intérieur du gouffre*, lequel est creusé dans le Bathonien, c'est-à-dire dans une couche jurassique calcaire, peu riche en fer ou ne contenant que des nodules d'oxyde de fer brun à peu près complètement dépourvu de magnétisme. Il ne pouvait être question de déterminer la déclinaison dans l'intérieur de l'abîme : il restait donc à comparer la composante horizontale et l'inclinaison dans les deux cas.

Habituellement, on ne fait de mesures magnétiques précises, avec les boussoles ordinaires, qu'à la lumière naturelle, ce qui exige qu'on soit à la surface du sol. Malgré les difficultés que le contraire présente, j'ai réussi à faire sur le bord du *lac des grands Gours*, à côté de la *salle à manger*[3], c'est-à-dire à 100 mètres de profondeur et à 1.100 mètres du fond du puits d'entrée, en utilisant la lumière de bougies ordinaires, des mesures absolues de composante horizontale et d'inclinaison ; j'ai employé à cet effet le théodolite boussole de voyage de l'École Normale supérieure et une boussole d'inclinaison de Chasselon (modèle moyen). Je me suis astreint, sauf dans une expérience de contrôle, à

[1] E. Mathias : L'alpinisme et les études de magnétisme terrestre. *Ann. du Club Alpin pour 1901.*

[2] E.-A. Martel : *Le gouffre et la rivière souterraine de Padirac.* Voir le plan en couleur qui suit la page 180.

[3] E.-A. Martel : *Loc. cit.* Voir le bas de la page 113. Les observations ont été faites à cet endroit du gouffre parce que c'est le seul dans lequel les trépieds porteurs des boussoles ont pu être fixés au sol ; partout ailleurs le sol était trop dur pour que les pointes des trépieds pussent s'enfoncer dedans. On s'est évidemment placé le plus loin possible des consoles en fer qui soutiennent les fils de bronze de l'éclairage électrique.

opérer le matin de très bonne heure (avant l'arrivée des premiers visiteurs), l'éclairage électrique de l'intérieur du gouffre ne fonctionnant pas.

Je remplaçais la lumière naturelle par celle de 24 à 28 bougies portées par 4 supports de bois et placées à un niveau un peu plus élevé que celui des yeux de l'observateur (fig. 1). Ces supports, assez semblables à des pupitres de musiciens, se composent d'une partie fixe et d'une partie mobile : la partie fixe est un étui prismatique, à section en forme de triangle équilatéral, rendu vertical par un trépied; la partie mobile est un prisme triangulaire plein, entrant à frottement doux dans l'étui précédent et portant une plate-forme horizontale. Le prisme plein

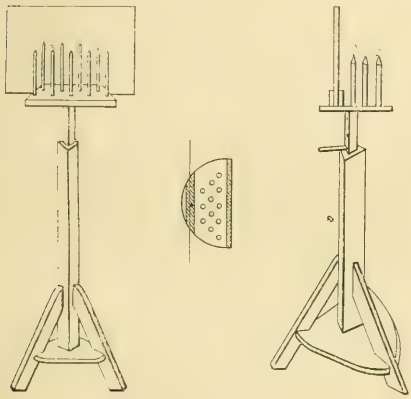


Fig. 1. — *Disposition du support à bougies pour l'éclairage des boussoles magnétiques dans le gouffre de Padirac.*

porte sur une de ses faces une série d'encoches équidistantes et d'axe horizontal; une goupille de cuivre rouge, placée dans l'une de ces encoches et s'appuyant sur le bord de l'étui, sert à fixer ou à faire varier à volonté la hauteur du support, ce qui est nécessaire quand on passe du théodolite-boussole de voyage, avec lequel on observe assis, à la boussole d'inclinaison, qui exige que l'on opère debout. Les bougies sont portées par des vis en laiton, fixées dans la plate-forme de chaque support suivant trois rangées parallèles; leur lumière est diffusée par des écrans en carton blanc portés par une rainure, comme le montre la figure 1 ci-dessus, qui représente le support en question vu de face et de profil et la plate-forme en projection horizontale. Les supports ont été construits, sur mes indications, par M. Carrère, l'habile mécanicien de l'Observatoire de Toulouse.

Le réglage de la lumière, c'est-à-dire la détermination de l'emplacement à donner aux supports, de leur hauteur, du nombre des bougies absolument nécessaires, a été particulièrement laborieux dans le cas de la composante horizontale; il peut être indiqué en peu de mots grâce à la figure 2 ci-dessous qui représente, en projection horizontale, la position relative du trépied porteur de l'aiguille aimantée NS et des quatre supports porteurs des bougies. L'observateur est supposé assis face au nord magnétique.

On peut évidemment trouver pour l'éclairage des boussoles d'autres dispositifs; ceux qui viennent

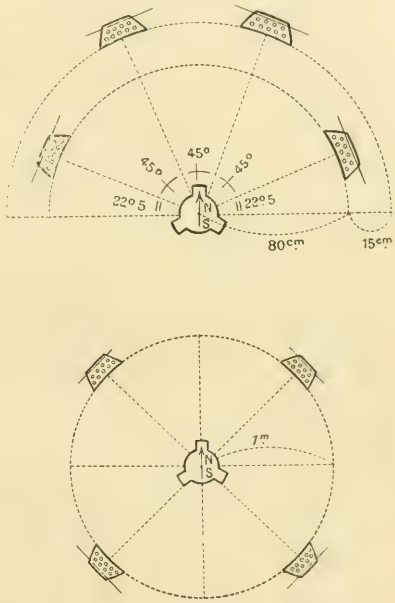


Fig. 2. — *Position relative de l'aiguille aimantée et des supports à bougies dans les diverses observations.*

d'être décrits sommairement ont au moins le mérite de la simplicité.

On arrive aisément à rendre visible le déplacement du trait de repère mobile devant les traits fixes, et un nombre de bougies inférieur à dix est suffisant pour cela; le point difficile est la lecture des verniers, pour laquelle il faut saisir l'incidence sous laquelle les traits peuvent être distingués. C'est cette lecture qui exige impérieusement une augmentation notable du nombre des bougies ainsi qu'une vue excellente.

Vu l'immensité du gouffre, l'élévation de la température (0°,1) produite par les bougies était négligeable et comme, d'autre part, la distribution des bougies par rapport à la boussole était symétrique, celles-ci ne pouvaient fausser les mesures de la composante horizontale, qui est très sensible aux

variations de température que subit le barreau aimanté quand il passe de l'intérieur à l'extérieur de la boussole. Avec un peu d'habitude, les mesures se font aussi bien à la lumière artificielle qu'à la lumière naturelle et avec une exactitude aussi grande; elles sont seulement beaucoup plus fatigantes.

L'exploration magnétique de Padirac a été faite en deux fois, du 20 au 24 mai et du 27 au 29 août 1903, afin de vérifier la concordance des deux séries de mesure. La surface du sol a été étudiée en six points (fig. 3). Padirac$_1$ et Padirac$_2$ sont situés à peu près à la même distance (120 mètres) de l'orifice du gouffre, l'un au Nord-Est, l'autre au Sud-Ouest; Padirac$_3$, Padirac$_4$, Padirac$_5$, sont à 300 et 400 mètres au nord de l'orifice, dans la région présumée être sur la verticale de la *salle du Dôme*. C'est ce que représente approximativement la figure ci-contre, sur laquelle est tracée la projection horizontale de la cavité du gouffre et de la *rivière plane*. Padirac$_6$ est un point du hameau de Penot, à 50 mètres au sud de la faille qui sépare le *Lias* du *Jurassique* et qui s'étend en ligne droite sur une longueur de plus de 20 kilomètres. Padirac$_6$ est donc dans le *Lias*, alors que les cinq autres points sont dans le *Jurassique* (Bathonien) qui forme le *causse* dans lequel est creusé le gouffre de Padirac.

Fig. 3. — *Carte des environs de Padirac.*

La recherche de la salle du Dôme a été faite en comparant les valeurs de la différence (Padirac-Val-Joyeux) fournies par la déclinaison. La moyenne -58′,82 des deux valeurs concordantes de (Padirac-Val-Joyeux) fournies par Padirac$_3$ et Padirac$_4$[1] est plus élevée de 2′,7 que le nombre moyen — 56′,12 fourni par Padirac$_1$ et Padirac$_2$; cette différence, environ 4 fois plus forte que les erreurs possibles des mesures, *paraît bien indiquer une discontinuité dans la région du Cloup*, et, avec toutes les réserves que comporte une semblable conclusion, on peut ajouter que la différence en question semble bien confirmer l'induction de M. Martel, que la salle du Dôme se projette horizontalement dans la région du *Cloup*.

La comparaison des éléments magnétiques de la surface du sol et de l'intérieur du gouffre résulte de 10 mesures de la composante horizontale et de 6 mesures de l'inclinaison. Ces mesures ont été rendues extrêmement pénibles par l'installation électrique faite par l'usine de Carennac, qui éclaire le gouffre au moyen d'un courant alternatif triphasé à 50 périodes sous la tension de 4.000 volts, ramenée pour l'éclairage à 120 volts au moyen d'un transformateur placé à l'entrée du puits de Padirac. Les courants vagabonds ont souvent gêné les mesures et déchaîné de véritables orages magnétiques. De l'ensemble des mesures de l'inclinaison, et particulièrement de la mesure de la composante horizontale effectuée le 27 août 1903 au soir pendant l'arrêt de l'usine de Carennac, on doit conclure que *l'inclinaison et la composante horizontale du gouffre ne diffèrent pas d'une façon appréciable des éléments correspondants de la surface du sol.*

III. — Recherche de la loi de distribution régulière des éléments magnétiques d'une contrée a une date fixe.

Le champ magnétique terrestre de la France à la date du 1er janvier 1896 étant donné, par exemple au moyen des mesures de M. Th. Moureaux, si on essaie de le représenter par des lignes isomagnétiques, on voit, surtout en certains points du territoire français, se manifester des irrégularités dues à des causes perturbatrices ou *anomalies*; si celles-ci n'existaient pas, les lignes isomagnétiques auraient des formes très simples, que la théorie permettrait de prévoir, et la distribution du magnétisme terrestre serait régulière.

Comment procéder pour éliminer, en chaque station, les causes perturbatrices et obtenir les valeurs *vraies* des éléments magnétiques de cette station, valeurs telles que la différence des éléments *observés* et *vrais* définisse l'*anomalie* de la station considérée? J'ai résolu le problème ainsi posé, dans le cas de la France, de deux façons différentes que nous allons passer en revue.

§ 1. — Méthode de la formule provisoire.

Rapportons les 617 stations du réseau français de M. Moureaux à l'Observatoire de Toulouse pris

[1] Deux points situés à 25 mètres l'un de l'autre, de part et d'autre des deux pertes, aujourd'hui obstruées, par lesquelles M. Martel suppose que devaient être absorbées les eaux qui ont creusé *la salle du Dôme*.

comme station de référence. Pour chaque station, nous formerons les différences :

$$\Delta \text{ long.}, \Delta \text{ lat.}, \Delta D, \Delta H, \Delta I, \Delta X, \Delta Y, \Delta Z, \Delta T,$$

que l'on obtient en retranchant de la longitude, de la latitude, de la déclinaison, de la composante horizontale de l'inclinaison, etc., de chaque station, données dans le Mémoire de M. Moureaux, la longitude, la latitude, et les éléments magnétiques de l'Observatoire de Toulouse donnés par le même auteur. Les ΔD, ΔH, ΔI, etc., ainsi obtenus seront dits *différences observées* ou Δ (obs); nous exprimerons l'idée que le magnétisme régulier est une fonction continue de la longitude et de la latitude géographiques[1] en essayant de représenter les différences observées par un développement du second degré en (Δ long) et (Δ lat.), développement qui contient trois termes du second degré, deux du premier et un terme constant. Il est bien évident que, puisqu'il s'agit, dans le cas d'un certain élément magnétique, de représenter par un développement parabolique en Δ long. et Δ lat. la distribution *régulière* du magnétisme terrestre, il faut exclure des nombreuses équations de condition que l'on est conduit à écrire celles qui correspondent à de grosses anomalies de l'élément magnétique que l'on a en vue. On peut faire cette exclusion de deux façons très différentes. Dans une première méthode, l'élimination des anomalies les plus fortes se fera au moyen de *formules provisoires*, qu'il est aisé de trouver par des tâtonnements réguliers sur lesquels nous n'insisterons pas pour ne pas fatiguer le lecteur. Supposons qu'il s'agisse de la déclinaison et que l'on ait trouvé comme formule provisoire[2] :

$$\Delta D \text{ (calc.)} = +0{,}3961\,(\Delta \text{ long.}) + 0{,}1677\,(\Delta \text{ lat.}) + \\ + 0{,}00002(\Delta \text{long.})^2 + 0{,}00016(\Delta \text{long.})(\Delta \text{lat.}) - 0{,}00002(\Delta \text{lat.})^2.$$

Une station donnée, caractérisée par les valeurs correspondantes de Δ long. et Δ lat., sera déclarée régulière ou anomale selon que le ΔD calculé par la formule provisoire donnera avec le ΔD observ. une différence jugée plus petite ou plus grande que les erreurs possibles de l'expérience ; en général, si le module de la différence ne dépasse pas deux à trois minutes, la station sera considérée comme *régulière*; s'il est sensiblement plus grand, la station sera considérée comme *anomale pour la déclinaison*. La séparation des stations *régulières* et *anomales* pour un élément magnétique donné, très aisée tant qu'on ne s'éloigne pas beaucoup de Toulouse, ne peut plus se faire avec sécurité aux limites extrêmes de la France, à cause de l'incertitude qui peut régner sur les coefficients du premier degré; il faut donc s'arranger pour que cette incertitude soit très faible : de là des précautions dans le calcul de ces coefficients dont le détail ne peut trouver place ici.

Quoi qu'il en soit, admettons que, pour la déclinaison, le *triage* des stations régulières et anomales ait pu se faire, la formule provisoire fonctionnant à la façon d'un crible : soit 400, par exemple, le nombre des stations qualifiées régulières; pour trouver la loi de distribution régulière *définitive*, on pourra écrire 400 équations de condition de la forme :

$$(1) \quad \Delta D \text{ (obs.)} = x + y\,(\Delta \text{ long.}) + z\,(\Delta \text{ lat.}) + t\,(\Delta \text{ long.})^2 \\ + u\,(\Delta \text{ long.})(\Delta \text{ lat.}) + v\,(\Delta \text{ lat.})^2,$$

x, y, z, t, u, v étant des inconnues. Il n'y aura plus qu'à résoudre, par la méthode des moindres carrés, ce système de 400 équations à six inconnues; ce calcul étant très laborieux, on le simplifie en utilisant la *formule provisoire* et en prenant comme inconnues nouvelles les accroissements qu'il faut donner à ses coefficients pour obtenir la formule définitive; on obtient alors 400 équations à 6 inconnues nouvelles de même forme que les équations (1), mais avec des seconds membres fort petits. La résolution obtenue, on effectuera le calcul de la formule définitive pour toutes les stations de M. Moureaux, et, pour chacune d'elle, la différence algébrique ΔD(obs) — ΔD(calc.) mesurera l'*anomalie* de la station considérée au 1er janvier 1896. Dans les stations vraiment régulières, le module de l'anomalie devra être inférieur à l'erreur de mesure de la déclinaison.

On ferait de même pour les autres éléments magnétiques.

§ 2. — Méthode des districts modifiée.

La méthode qui vient d'être exposée conduit, quand on prend toutes les précautions nécessaires pour avoir de bonnes valeurs provisoires des coefficients y et z, à d'excellents résultats. La seule critique qu'on puisse lui faire est l'incertitude où l'on est d'avoir pris des précautions suffisantes pour trier avec sécurité, dans les régions de la France les plus éloignées de Toulouse, les stations régulières et les stations anomales.

Il serait évidemment préférable d'employer une méthode capable de séparer systématiquement les stations régulières et anomales; la *méthode des districts* répond précisément à cette condition. Cette méthode, fort ancienne puisqu'on en retrouve les premiers rudiments dans un Mémoire du capitaine Elliot daté de 1851[1], consiste essentiellement à

[1] On ne tient pas compte de l'altitude, dont l'influence est, en général, négligeable, sauf dans les hautes montagnes.

[2] Les éléments angulaires ΔD, Δ long., Δ lat. sont supposés exprimés en minutes.

[1] Captain C. M. Elliot : Magnetic Survey of the Eastern Archipelago. *Phil. Trans.* pour 1851, Part I.

diviser la région dont on veut connaître la distribution magnétique régulière en un nombre arbitraire de *districts* approximativement égaux et possédant sensiblement le même nombre de stations par unité de surface. Cela étant, nous appellerons *station centrale* d'un district donné, une station idéale définie géographiquement par la moyenne arithmétique des longitudes et la moyenne arithmétique des latitudes de toutes les stations du district; les éléments magnétiques de la station centrale sont, de même, les moyennes arithmétiques des éléments magnétiques de toutes les stations du district. La considération des stations centrales a pour but, étant données dans chaque district des stations nombreuses affectées d'anomalies inconnues, mais quelconques et nullement systématiques, d'obtenir dans chacun d'eux une station idéale que l'on puisse considérer comme absolument régulière dans tous ses éléments, car les anomalies de toutes les stations se détruisent dans les moyennes en vertu de la loi des grands nombres. Il est alors aisé de donner une solution simple, rapide et rigoureuse du problème de la distribution magnétique régulière.

Il suffit de prendre, comme dans la première méthode, une station de référence et de rapporter les éléments géographiques et magnétiques des stations centrales aux éléments correspondants de la station de référence. Soient alors Δ long., Δ lat., ΔD, ΔH, ΔI, etc., les différences des éléments primitifs et des éléments de la station de référence; on exprimera ΔD, ΔH, ΔI, etc., par des fonctions paraboliques du second degré en (Δ long.) et (Δ lat.). Si n est le nombre des stations centrales, on obtient *pour chaque élément magnétique* n équations linéaires à 6 inconnues x, y, z, t, u, v, telles que :

$$\Delta D = x + y(\Delta \text{ long.}) + z(\Delta \text{ lat.}) + t(\Delta \text{ long.})^2 + u(\Delta \text{ long.})(\Delta \text{ lat.}) + v(\Delta \text{ lat.})^2,$$

que l'on résout par la méthode des moindres carrés.

La loi de distribution régulière ainsi obtenue pour les stations centrales devra s'appliquer à toutes les stations régulières du pays étudié.

C'est cette méthode que M. B. Baillaud et moi nous avons appliquée à la France, supposée définie par le réseau magnétique de M. Moureaux, à la date du 1er janvier 1896. Afin de réduire au minimum les calculs énormes qu'entraîne l'emploi de la méthode des moindres carrés et faire en sorte que les opérations effectuées pour un élément magnétique puissent être en grande partie utilisées pour les autres éléments, nous avons fait usage uniquement des stations communes aux sept éléments D, H, I, X, Y, Z, T, *et ayant par suite les mêmes districts et les mêmes stations centrales.*

Les districts pouvant avoir une forme quelconque, il nous a paru très simple de les composer d'un nombre de départements à peu près le même pour tous. Cela posé, on peut se demander quel sera le nombre n des districts. Si l'on remarque que chacun d'eux fournira une équation à 6 inconnues, on voit qu'il faut $n > 6$; en prenant $n = 12$, on aura vraisemblablement une bonne détermination des coefficients. Comme il y a 86 départements (plus le territoire de Belfort), on voit qu'en moyenne les districts auront 7 départements, quelques-uns en ayant 8. Leur composition, que nous ne rapportons pas pour ne pas allonger cet article démesurément, les rapproche, autant que faire se peut, des anciennes grandes provinces françaises.

On s'est arrangé de façon que le district n° 12, composé des départements suivants : Cher, Eure, Eure-et-Loir, Loiret, Nièvre, Seine, Seine-et-Oise, Seine-Inférieure, contienne, à lui tout seul, ce que l'on peut appeler l'*anomalie du Bassin de Paris*. La méthode des districts ne s'applique certainement pas dans ce cas particulier et *nous avons purement et simplement supprimé le district n° 12*, la France étant réduite aux 11 premiers districts, qui forment un total de 519 stations comprenant toutes les stations complètes de M. Moureaux, sauf les 2 stations de La Châtre et celle du Puy-de-Dôme. Comme dans la méthode de la formule provisoire, la France a été rapportée à l'Observatoire de Toulouse, son choix comme station de référence étant justifié après coup par la valeur voisine de zéro de toutes les constantes x des formules de distribution magnétique régulière.

Appliquée au réseau français de M. Moureaux, la méthode précédente en met en relief l'admirable régularité et l'impeccable précision. Vu le grand nombre des observations et la façon dont elles sont uniformément réparties, la méthode des districts produit une compensation à peu près complète des anomalies positives et négatives. Il arrive que la méthode des districts et celle de la formule provisoire, en France du moins, représentent en définitive à peu près la même loi de distribution magnétique et conduisent à des formules pratiquement équivalentes. Il n'en serait pas ainsi si, dans la formation des districts, on conservait des anomalies énormes que rien ne viendrait compenser, et l'on conçoit qu'en toute rigueur les deux méthodes puissent, en d'autres régions, conduire à des résultats différents. Leur excellent accord, en ce qui concerne la France, démontre que notre pays est, au point de vue magnétique, le type des contrées régulières, en dépit des quelques anomalies que peuvent présenter le Bassin de Paris, le Plateau Central, la Bretagne et quelques points particuliers, comme les environs immédiats de La Châtre.

§ 3. — Quelques conclusions.

Puisque nous connaissons maintenant la distribution magnétique régulière en tous les points de la surface de la France, nous pouvons chercher à résoudre quelques problèmes particuliers; par exemple chercher quelle est l'influence de l'altitude sur les éléments magnétiques, influence que nous avons négligée systématiquement jusqu'ici.

La méthode consistera à comparer la différence présentée entre l'observation et la loi de distribution régulière par les divers éléments magnétiques de stations *régulières* du département des Hautes-Pyrénées, choisies pour leurs différences d'altitude[1], savoir : Bagnères-de-Bigorre (alt. 540^{m}), Campan (alt. 668^{m}), Col du Tourmalet (alt. 1.800^{m}), Col de Sencours (alt. 2.366^{m}), Pic-du-Midi (altitude 2.856^{m}).

La variation par 1.000 mètres d'altitude a les valeurs suivantes, lorsqu'on l'exprime en minutes pour la déclinaison et l'inclinaison, en unités du cinquième ordre décimal pour les vecteurs H, X, Y, Z, T :

ÉLÉMENT magnétique	VARIATION pour 1000^{m} d'altitude
D.	— 1',5
H	— 22,0
I.	— 0',15
X.	— 18,0
Y.	— 14,2
Z.	— 45,8
T.	— 47,3

La variation de la composante horizontale, quand on s'enfonce de 100 mètres dans l'intérieur du sol, n'est donc qu'une augmentation de deux unités du cinquième ordre, celle de l'inclinaison étant absolument nulle. Il s'ensuit que l'exploration du gouffre de Padirac ne devait rien donner sous le rapport de la composante horizontale. Il en est de même de l'inclinaison, comme mes mesures directes l'ont montré.

En ce qui concerne la force totale, les résultats précédents montrent que sa variation pour 1.000^{m} d'altitude est un peu plus du millième de sa valeur, alors que la théorie indique 2/1.000 et que Kreil annonce une variation à peu près vingt fois plus grande. Le résultat, très voisin de la théorie, auquel nous parvenons tient à ce que nous n'avons opéré que sur des stations *régulières*, c'est-à-dire pour lesquelles les différences (O-C) entre l'observation et la loi de distribution régulière sont sensiblement de l'ordre des erreurs de mesure. Or, les grandes altitudes sont ordinairement affectées d'anomalie; c'est la règle générale en ce qui les concerne. Il s'ensuit qu'en général on n'a pas le droit de tirer de conclusion des observations faites sur les montagnes, d'autant plus que, ne connaissant pas habituellement la loi de distribution régulière de la région dans laquelle elles se trouvent, on ne possède pas, pour les mesures faites à des altitudes différentes, les différences (O-C) qui, seules, peuvent dire si les mesures employées à la détermination du coefficient d'altitude sont valables ou non.

On peut maintenant se demander quelle est l'influence de la nature des roches de l'écorce terrestre sur les différents éléments magnétiques? Si l'on définit la nature de ces roches par la couche géologique qui effleure à la surface du sol et sur laquelle les mesures ont été faites, on peut rechercher :

1° Pour une couche superficielle toujours la même, combien, sur 100 stations, il y a en moyenne d'éléments magnétiques réguliers et anormaux? Comment les anomalies se comportent au point de vue de leur signe et de leur valeur moyenne?

2° Comment les nombres précédemment obtenus se comportent quand la nature de la couche géologique superficielle varie depuis les terrains azoïques jusqu'aux alluvions quaternaires?

L'influence de la couche superficielle du sol sur le pourcentage des stations régulières se trouve mise en évidence dans le tableau suivant, qui ne réclame aucune explication particulière :

COUCHE SUPERFICIELLE	D	H	I	Z	T
Terrains azoïques :	%	%	%	%	%
Basaltes, porphyres	28,6	30,8	30,8	46,2	46,2
Micaschistes	48,1	31,8	54,2	66,7	66,7
Gneiss	58,3	75,0	83,3	100,0	100,0
Granite et terrain granitique	64,8	59,7	57,1	84,3	85,7
Moyenne	55,4	52,9	56,3	78,4	79,3
Terrains primitifs :					
Cambrien	45,7	58,8	78,8	75,8	75,8
Silurien	80,0	80,0	80,0	100,0	100,0
Dévonien	25,0	75,0	75,0	75,0	75,0
Carbonifère	62,5	77,8	66,7	88,9	88,9
Permien	100,0	83,3	100,0	83,3	100,0
Moyenne	55,9	67,2	79,3	80,7	82,5
Terrains secondaires :					
Trias	45,8	60,0	56,0	92,0	88,0
Jurassique inférieur	71,2	84,9	84,5	91,4	92,9
— moyen	69,8	80,9	84,6	92,3	92,3
— supérieur	54,5	100,0	78,3	100,0	100,0
— indéterminé	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Crétacé inférieur	41,7	83,3	91,7	91,7	83,3
— supérieur	57,0	76,9	72,3	85,1	87,2
Moyenne	61,5	80,4	77,5	91,1	90,5
Terrains tertiaires :					
Éocène	47,1	81,2	83,3	91,3	92,7
Oligocène	49,0	85,4	71,7	82,1	79,2
Miocène	62,5	80,6	75,0	77,8	80,6
Pliocène	83,3	84,6	89,3	80,8	88,4
Moyenne	55,7	82,7	78,7	84,3	86,0
Terrains quaternaires.	61,5	84,3	82,4	83,7	86,2
MOYENNE GÉNÉRALE.	58,8	75,8	75,4	85,2	86,4

[1] Cette méthode a été indiquée par M. Moureaux dans le cas particulier de la force totale T, mais sans tenir compte des différences de longitude et de latitude des stations qu'il comparait.

La moyenne générale indique que l'élément le moins régulier de tous est la déclinaison. Sa fréquence moyenne dans les divisions : terrains azoïques, primaires, secondaires, tertiaires, quaternaires, ne varie guère que de 4 °/₀ de part et d'autre de la moyenne générale. Cependant l'influence de la constitution de la croûte terrestre superficielle est très grande sous cet élément ; c'est tout à fait visible dans les terrains azoïques, pour lesquels la régularité va en croissant régulièrement de 28,6 °/₀ à 64,8 °/₀ quand on passe des *roches volcaniques* au *granite*. Dans les terrains primaires, la variation est plus grande encore. Toutes choses égales d'ailleurs, c'est dans les terrains secondaires que la déclinaison est la plus régulière, tout particulièrement dans le *Jurassique inférieur* et le *Jurassique moyen*. Il faut également, dans les terrains tertiaires, remarquer le *Pliocène*, dans lequel la régularité atteint 83,3 °/₀.

La composante horizontale est un élément beaucoup plus régulier que la déclinaison.

Dans les grandes divisions géologiques, la régularité moyenne va constamment en croissant à mesure que les terrains deviennent plus récents. A partir du *Jurassique*, toutes les couches, à la seule exception du *Crétacé supérieur* qui ne donne que 76,5 °/₀, donnent une proportion de composantes horizontales régulières supérieure à 80 °/₀.

Il est remarquable de constater que les 22 stations du *Jurassique supérieur* ne fournissent aucune anomalie.

La moyenne générale de l'inclinaison (75,4 °/₀) est sensiblement égale à celle (75,8 °/₀) de la composante horizontale ; comme celle-ci, l'inclinaison est très régulière dans les étages récents et même dans les terrains primaires, où sa proportion moyenne de régularité atteint 79,3 °/₀, tandis qu'elle tombe à 56,3 °/₀ dans les terrains azoïques en général et à 30,8 °/₀ dans les *roches volcaniques*.

A très peu de chose près, la composante verticale et la force totale se comportent de la même façon et fournissent dans tous les terrains des proportions de stations régulières sensiblement identiques. Toutes choses égales d'ailleurs, ce sont les éléments les plus réguliers de tous. Dans les *roches volcaniques*, la proportion de régularité descend à 46 °/₀ et dans les *micaschistes* à 66,7 °/₀ ; mais, en dehors de ces deux étages, on a toujours au moins 75 °/₀ de régularité et presque toujours plus de 80 °/₀.

La considération des formules qui donnent les anomalies des éléments Z et T conduit à la curieuse règle suivante : *Le nombre des stations régulières de la composante verticale ou de la force totale dans un terrain est sensiblement égal au nombre des stations régulières de la composante horizontale ou de l'inclinaison, augmenté de la moitié du nombre des anomalies de ces mêmes éléments.*

Cette règle se vérifie remarquablement depuis les terrains les plus anciens jusques et y compris l'*Eocène* ; à partir de l'*Oligocène*, tous les nombres calculés sont plus grands que les nombres observés. La règle relative à l'inclinaison paraît un peu meilleure que la règle relative à la composante horizontale. Essayons, à titre d'exemple, la vérification pour l'ensemble des terrains, depuis les roches azoïques jusqu'à l'*Eocène* ; on trouve les nombres suivants :

	NOMBRE DE STATIONS régulières de la
Composante verticale	438
Force totale	442
Composante horiz. + moitié des anomalies.	438
Inclinaison + moitié des anomalies.	440

On voit que la règle de l'inclinaison fournit le nombre 440, intermédiaire entre 438 et 442 et qui ne diffère de chacun d'eux que de moins de 1/200.

On peut encore se poser la question suivante : Pour un élément magnétique donné, les anomalies positives sont-elles plus nombreuses que les anomalies négatives, ou inversement?

Pour la déclinaison, sur 295 anomalies, 160 sont positives et 139 négatives. Si l'on remarque que le Bassin de Paris est une anomalie tertiaire à déclinaisons anomales par excès, on en conclut avec une grande probabilité que la légère prédominance des anomalies positives sur les anomalies négatives n'a aucune signification et provient uniquement de ce que le Bassin de Paris a été beaucoup plus étudié que les autres.

La composante horizontale, sur 172 anomalies, présente 68 anomalies positives et 104 anomalies négatives ; les dernières prédominent à peu près dans tous les terrains, sauf dans les terrains primaires ; comme les stations des terrains primaires sont peu nombreuses, il reste établi que, en règle générale, une anomalie de la composante horizontale en France est plutôt négative que positive.

L'inclinaison donne des résultats plus nets encore. Sur 189 anomalies, 126 sont positives et 63 négatives, soit une proportion de deux anomalies positives contre une anomalie négative. Comme pour la composante horizontale, ce sont les terrains secondaires qui donnent la proportion la plus élevée de l'anomalie la plus fréquente : 47 anomalies positives contre 13 anomalies négatives.

La composante verticale et la force totale ne donnent pas de prédominance appréciable de l'une des sortes d'anomalie sur l'autre.

Ce qui vient d'être dit paraît suffisant pour montrer que des problèmes qui ne sont pas dénués d'intérêt se posent relativement aux relations du magnétisme terrestre et de la composition de la

croûte superficielle du sol. Il faudrait évidemment que des statistiques telles que celles qui précèdent fussent faites dans les régions autres que la France, afin de voir si les résultats fournis par une même couche géologique superficielle sont constants. S'il en était ainsi, la question prendrait un intérêt extrême. Même limitée à notre pays, cette étude m'a paru n'être pas indigne de l'attention des lecteurs de la *Revue générale des Sciences*.

E. Mathias,
Professeur de Physique à la Faculté des Sciences de Toulouse.

L'HYPOTHÈSE DES ÉRUPTIONS SOLAIRES

Je me propose de démontrer dans cet article que l'hypothèse courante du bouleversement incessant de la masse solaire par des éruptions formidables est en désaccord avec un grand nombre d'observations précises, qui prouvent sûrement que, au moins dans les couches du Soleil que nous connaissons, ces éruptions ne se produisent jamais.

Le Soleil nous montre bien, dans son réseau photosphérique, ses taches, ses facules, ses floccules et surtout, dans ses protubérances, des changements de forme continuels, qui, à première vue, semblent d'accord avec l'hypothèse d'éruptions formidables. Mais des observateurs aussi expérimentés que Secchi, Liais, Young et le Père Fenyi n'ont pas toujours vu cet accord et ils ont fait remarquer, au contraire, qu'en attribuant ces changements continuels à des mouvements matériels, on arrive souvent à des transports de matière qui semblent peu vraisemblables. D'après Secchi et Liais, chaque changement rapide dans la granulation photosphérique s'explique beaucoup mieux si l'on n'y voit que l'effet d'une évaporation et d'une condensation sur place de la substance des nuages lumineux[1]. Dans les protubérances, le mouvement apparent, avec une vitesse souvent de plusieurs centaines de kilomètres par seconde, est si extravagant, si capricieusement changeant, si éphémère, si dépourvu souvent d'aucun lien avec les couches plus profondes, que, d'après Secchi, Young et le Père Fenyi, il fait fréquemment penser plutôt à quelque propagation de l'état lumineux dans la matière tranquille qu'à une éruption matérielle véritable[2]. Voilà aussi pourquoi mon explication des protubérances, que je considère comme dues à la propagation d'un processus chimique empêchant la température de changer, a été citée par Young et le Père Fenyi comme donnant l'explication la plus simple de ce phénomène[3].

Si ces astronomes ont adopté néanmoins l'hypothèse des éruptions solaires, que leurs observations et leur jugement avaient condamnée, c'est surtout parce qu'ils ont cru que le déplacement des raies dans le spectre des protubérances les y forçait.

Vers 1870, M. Lockyer a été le premier à interpréter ce déplacement comme nécessairement produit, d'après le principe de Döppler-Fizeau, par le mouvement matériel violent de la source lumineuse. Comme on ne connaissait alors aucune autre cause qui pût déplacer les raies spectrales, l'interprétation de M. Lockyer sembla juste et porta bien vite tous les astronomes à croire que le Soleil est bouleversé sans cesse par des éruptions prodigieuses.

Si l'on avait déjà su alors, ce que tout le monde sait maintenant, que le mouvement matériel de la source lumineuse n'est qu'une des causes très nombreuses qui peuvent déplacer les raies, comme par exemple la pression, la présence d'autres substances, la dispersion anomale et beaucoup d'autres causes qu'on connaît et d'autres encore (comme dans les *Novae* et *Mira*) qu'on ne connaît pas, l'empressement mis à accepter le dogme des éruptions solaires eût été probablement moins grand. Mais il est clair, en tout cas, que, depuis que toutes ces autres interprétations possibles sont connues, l'interprétation d'après Döppler a perdu tout pouvoir démonstratif; elle est même devenue absolument impossible. Il existe quatre sortes de phénomènes solaires qui le démontrent. Ce sont ces quatre sortes de phénomènes que nous étudierons en cet article et qui nous convaincront, en somme, que le beau principe de Döppler, bien loin de favoriser l'hypothèse d'éruptions fantastiques, en démontre, au contraire, l'impossibilité.

I

Pour démontrer l'impossibilité des éruptions formidables, considérons d'abord *certaines particula-*

[1] Liais : L'Espace céleste, p. 51. — Secchi : Le Soleil, I, p. 119.

[2] Secchi : Le Soleil, II, p. 108. — Young : The Sun (1895). p. 228, 341, etc. — Fenyi : *Mem. d. Soc. d. Sp. Italiani*, 23 (1894). *Publ. d. Haynald Obs.*, VI (1892), p. 20, etc.

[3] Young : The Sun, p. 228. — Fenyi : A propos de 2 grandes protubérances durant le mois de septembre 1893. *Mem. cit.*, 23.

rités dans le spectre des protubérances. J'ai déjà rappelé plus haut combien est grande la difficulté de considérer les protubérances comme de la matière en mouvement rapide. Or, cette difficulté devient souvent insurmontable lorsque, du déplacement des raies, on calcule d'après Döppler la vitesse du mouvement supposé. On arrive alors quelquefois à des mouvements impossibles, qui prouvent que l'application du principe de Döppler-Fizeau nous trompe. Voici, par exemple, ce que le Père Fenyi nous a fait observer[1] : Quoiqu'on voie souvent, dit-il, sur le bord du Soleil, une protubérance montrant, d'après l'interprétation courante du déplacement de ses raies, un mouvement par exemple de 250 kilomètres par seconde dans le rayon visuel, c'est-à-dire dans la direction des parallèles du Soleil, on ne voit jamais les protubérances montrer aussi quelque mouvement analogue dans la direction méridienne. Si ce mouvement existait, on devrait le voir aisément, car déjà en six minutes il produirait un déplacement de la protubérance de 7° sur le bord du Soleil. Ce mouvement ne se révélant jamais dans la direction méridienne, il est absurde de l'admettre dans la direction des parallèles. Il est donc évident qu'ici l'interprétation courante du déplacement des raies nous trompe. Car, si les protubérances sont dues à des éruptions ou des explosions, on ne voit pas pourquoi leur contenu serait toujours lancé dans la direction des parallèles et jamais dans la direction des méridiens. Mais, si l'application du principe Döppler-Fizeau nous abuse sur les protubérances du bord du Soleil, où cette application peut être facilement contrôlée, il peut très bien nous tromper aussi sur les autres protubérances, où ce contrôle est plus difficile. Au sommet d'une protubérance très haute, observée le 1er juillet 1887 par le Père Fenyi, quelque contrôle était bien possible, mais là encore un mouvement énorme calculé ne produisit aucun déplacement matériel visible[2].

Les protubérances ont souvent encore une autre particularité, qui démontre aussi, mais d'une toute autre manière, que le déplacement de leurs raies ne saurait être causé par leur mouvement. C'est le fait que, lorsque le pseudo-coronium entre dans leur composition, la raie de ce coronium reste toujours immobile lorsque les autres raies se déplacent[3]. Et cependant, dans ces protubérances, le coronium, l'hélium et l'hydrogène se trouvent mélangés, comme il résulte de la comparaison des trois images qu'on obtient au moyen des rayons émis par ces trois gaz différents[4]. Or, voilà encore un cas où il est impossible d'attribuer le déplacement spectral à quelque mouvement du gaz lumineux. Car il est absurde de supposer que, dans un mélange de trois gaz, il puisse y en avoir deux qui soufflent en tempête, tandis que le troisième resterait en repos. Même en supposant qu'en de telles protubérances il pût exister quelque endroit accidentellement tranquille, on n'en comprendrait pas mieux pourquoi ce serait toujours le coronium qui nous le fît voir, l'hydrogène et l'hélium restant en mouvement, tandis que l'inverse ne s'observe jamais.

Mais ce n'est pas seulement dans l'étude des protubérances du Soleil qu'on a abusé de l'application du principe de Döppler-Fizeau ; dans l'étude des *Novae* et de *Mira*, l'insuccès de cette application a été encore beaucoup plus retentissant. Là, cette application a donné lieu à tant de suppositions ineptes que, d'un commun accord, on a dû décider que, quelle que puisse être la cause encore mystérieuse des déplacements énormes que les raies de ces étoiles font voir, cette cause n'est sûrement jamais quelque mouvement matériel[1]. Or, si, dans l'étude de ces étoiles, on a dû rejeter l'application du principe de Döppler à cause des absurdités qu'elle engendre, on devra la rejeter aussi dans l'étude du Soleil, pour la même raison.

II

Portons maintenant notre attention sur *la stratification durable des vapeurs solaires.* Cette stratification consiste en ceci qu'indépendamment de la volatilité, chaque vapeur s'élève généralement d'autant plus haut qu'elle est plus légère. Et c'est ainsi que le titane réfractaire, mais léger, se montre à de grandes hauteurs, tandis que le mercure, l'antimoine et le thallium très volatils, mais lourds, restent ensevelis dans la profondeur. Le poids moléculaire moyen des métaux qu'on ne voit pas au dehors de la photosphère est de 159, tandis que, pour les métaux qu'on y voit bien, ce poids moyen n'est que de 72. Il est clair, du reste, que cette stratification ne saurait dépendre uniquement de la densité des vapeurs, mais dépendra aussi de leur quantité. C'est ce qu'on voit prouvé par le calcium et le titane, qui, quoique plus lourds que le sodium, s'élèvent plus haut.

Or, cette stratification solaire est d'une imperturbabilité remarquable. Les protubérances ont beau sillonner l'atmosphère sans relâche, elle n'en dérangent jamais la stratification. Et si parfois les

[1] Fenyi : *Publ. d. Haynald Obs.*, VIII, p. 114.
[2] Fenyi : *Publ. d. Haynald Obs.*, VI, p. 23.
[3] Young : The Sun, p. 259. — Clerke : Probl., p. 117.
[4] Fenyi : *Astr. n. Astroph.*, XI, p. 430. — Clerke : Probl., p. 117.

[1] Wilsing : *Astroph. Journ.*, X, p. 113. — Vogel : *Astr. Nachr.*, 3701. — Clerke : Probl., p. 397. — Campbell : *Astroph. Journ.*, IX, p. 31.

protubérances elles-mêmes nous montrent des métaux plus lourds à leur base, elles ont beau s'élever avec des vitesses fantastiques, ces métaux plus lourds n'arrivent jamais plus haut. Dans les couches renversantes, on trouve aussi toujours une stratification manifeste. M. Mitchell et M. Humphreys l'ont directement observée en mesurant les arcs du spectre-éclair[1]; mais indirectement elle a été démontrée aussi par les recherches de MM. Jewell, Mohler et Humphreys[2] et très clairement aussi, comme nous le verrons bientôt, par les recherches récentes de M. Adams sur la rotation du Soleil.

La stratification des vapeurs à l'extérieur du Soleil est d'autant plus remarquable que ces vapeurs sont généralement très légères. Parmi les 40 vapeurs solaires que nous connaissons, il n'y en a aucune aussi dense que la vapeur d'iode, mais il y en 6 (comme celle du sodium, par exemple) qui sont plus légères que notre air atmosphérique, et 23 (comme celle du fer) qui sont plus légères que le chlore.

Or, si telles sont les vapeurs qui composent les couches extérieures du Soleil, leur stratification démontre qu'il est impossible que ces couches soient bouleversées sans cesse par des éruptions formidables. J'en prends à témoin notre propre atmosphère, qui agitée par des vents relativement minimes, n'en est pas moins empêchée d'accuser la moindre stratification. Je sais bien que, dans le Soleil, la stratification est mieux soutenue par une gravitation 28 fois plus forte. Mais, par contre, les courants perturbateurs qu'on y suppose ont des vitesses des dizaines de milliers de fois plus grandes.

On pourrait concéder, d'ailleurs, que ces courants fantastiques doivent rendre toute stratification impossible et n'en affirmer pas moins que, en dépit de la stratification qu'on observe, ces éruptions pourraient exister néanmoins. Mais alors on devrait supposer que la stratification qu'on observe n'est pas réelle, mais résulte de ce que chaque vapeur ne peut luire que jusqu'à une certaine distance du centre, au delà de laquelle le froid doit la condenser tout de suite et la rendre invisible. Or, voilà une supposition qui n'est pas soutenable. Car, si elle était juste, ce ne serait pas surtout la densité des vapeurs, mais plutôt leur volatilité qui déterminerait leur superposition, et ce ne seraient pas justement les corps les plus réfractaires qu'on verrait s'élever le plus haut dans l'atmosphère solaire, comme le titane, par exemple, qui s'y élève plus haut que le sodium plus volatil.

[1] Mitchell : *Astroph. Journ.*, XV, p. 97. — Humphreys : *Ibid.*, p. 327.
[2] *Astroph. Journal*, III, p. 138.

III

Examinons, en troisième lieu, comme objection à la théorie des grandes éruptions solaires, *la rotation du Soleil par couches superposées tournant toutes différemment sur l'axe.* Déjà en 1892[1], j'ai amplement exposé mon idée que la rotation du Soleil a lieu de la manière suivante : « Le gros de la masse du Soleil, par conséquent son atmosphère aussi, tourne sur l'axe avec une vitesse angulaire identique à toutes les latitudes; il n'y a que les nuages photosphériques qui, avec leur retardation polaire considérable, tournent différemment, parce que leur niveau actuel est tout autre que celui où ils ont été formés. » Je ne sais pas si cette idée, issue de ma théorie d'un soleil sans éruptions formidables et appuyée aussi par les recherches de MM. Wilsing et Crew, a jamais été remarquée; mais je sais bien que cette idée, qui m'a fait trouver une explication plausible de la répartition des taches, des facules et des protubérances sur la surface du Soleil, vient d'être brillamment confirmée par les recherches récentes de MM. Adams et Hale sur la rotation de l'hydrogène à l'extérieur du Soleil.

Pour mieux faire ressortir l'importance de ces dernières recherches, nous examinerons premièrement ce que les recherches antérieures nous avaient déjà appris sur la rotation du Soleil. Cette rotation, que le déplacement des taches et des facules a fait connaître d'abord, a été étudiée plus scrupuleusement plus tard en appliquant le principe de Döppler-Fizeau aux déplacements opposés que chaque raie du spectre accuse aux bords est et ouest du Soleil. On voit alors de combien de mètres par seconde la vapeur qui forme cette raie s'avance vers nous à l'Est et recule à l'Ouest. On utilise généralement plusieurs raies, et leurs déplacements sont mesurés à des latitudes très différentes.

Cette étude spectroscopique de la rotation solaire a été inaugurée en 1888 par M. Crew, qui arriva déjà alors au résultat que les vapeurs à l'extérieur de la photosphère n'accusent pas la retardation polaire que Carrington avait découverte dans les taches. Si ce résultat n'a jamais fait beaucoup d'impression, c'est parce que : 1° les mesures peu concordantes de M. Crew n'inspiraient que peu de confiance; 2° les recherches plus exactes de MM. Duner, Halm et Adams ont semblé démontrer chaque fois de nouveau que les couches renversantes accusent bien cette retardation polaire[2].

[1] Théorie du Soleil. *Verh. Kon. Akad. v. Wetensch. te Amsterdam* (1892), p. 45.
[2] Crew : *Amer. J. of Sc.*, 1888 and 1889. — Duner :

Mais cette démonstration n'a jamais été convaincante. Car MM. Duner et Halm ont mesuré deux raies ferriques, qu'on n'a jamais pu voir renversées, en dehors de la photosphère. Si ces raies sont donc probablement produites dans les interstices des nuages photosphériques, alors il va sans dire que ces raies n'ont pu nous faire savoir que ce que nous connaissions déjà, c'est-à-dire la retardation polaire de ces nuages. Et quant aux recherches que M. Adams a publiées au mois de novembre 1907, c'est à tort qu'il les a considérées lui-même comme confirmant celles de MM. Duner et Halm. M. Adams a utilisé 20 raies, dont les déplacements aux bords oriental et occidental du Soleil furent mesurés à 12 latitudes différentes. Mais des mesures admirables obtenues de la sorte, il n'a pas tiré le moindre profit. Car voici ce qu'il a fait : A chaque latitude, il a considéré *la moyenne des déplacements mesurés* comme devant nous révéler la vitesse angulaire des couches renversantes. Et, ayant obtenu ainsi 12 vitesses angulaires, qui correspondaient aux 12 latitudes différentes, il les réunit en un tableau qui le mena à la conclusion que les couches renversantes étudiées par lui accusent, tout comme la vapeur de fer étudiée par MM. Duner et Halm, une retardation polaire.

Or, c'est là une conclusion absolument erronée. Car, des 20 raies que M. Adams a étudiées, il n'y en a que 3 (appartenant systématiquement aux vapeurs les plus lourdes) qui accusent une retardation polaire, tandis que toutes les 17 autres raies accusent vers les pôles, à partir d'une latitude de 60 à 75°, une très forte accélération. C'est ce qu'on voit tout de suite lorsque, convaincu que les moyennes de M. Adams n'ont aucune raison d'être, on compare et l'on étudie les 20 rotations différentes que les 20 raies font connaître et dont pas une seule ne ressemble, même approximativement, à celle que M. Adams nous presse d'accepter. Ces 20 rotations sont, d'ailleurs, si grandement et surtout si systématiquement différentes qu'on ne saurait douter de leur réalité et de leur existence, par conséquent, en des niveaux différents. Comme beaucoup de ces rotations différentes appartiennent à un même élément, il est donc incidemment prouvé de la sorte que les raies différentes d'un même élément peuvent naître en des niveaux différents. En ce cas, les mesures de M. Adams confirment ici systématiquement la règle sans exception que voici : *Près de l'équateur, les raies différentes d'un même élément accusent des vitesses angulaires d'autant plus petites que leur longueur d'onde est plus grande.* Près des pôles, c'est généralement tout le contraire : là, la raie à longueur d'onde la plus grande accuse toujours la plus grande vitesse. Ce renversement dans l'ordre des vitesses à l'équateur et aux latitudes très hautes est une autre règle que les mesures de M. Adams ont fait découvrir et qui me paraît pouvoir être expliquée de la manière suivante :

Aux niveaux les plus profonds, ce sont les vapeurs les plus lourdes qui tournent avec la retardation polaire que leur donnent les nuages photosphériques. Mais aux niveaux plus élevés, où tournent les vapeurs plus légères, cette influence des nuages est moindre, et là c'est plutôt le frottement sur l'atmosphère extérieure du Soleil qui influe sur la rotation. Mais ce frottement, déterminé par la différence de vitesse, est près de l'équateur beaucoup moindre qu'aux latitudes de 60 à 70°. Il en résulte qu'à partir de ces latitudes, on voit la rotation de toutes les vapeurs légères ressembler toujours plus à la rotation beaucoup plus rapide de l'atmosphère du Soleil; de là, par conséquent, leur accélération polaire, et de là aussi cette particularité capitale que si, d'accord avec mon idée de l'augmentation de la vitesse angulaire avec la profondeur, les vapeurs les plus légères du fer et du titane marchent à l'équateur plus lentement que les vapeurs plus profondes, cet ordre est complètement renversé aux hautes latitudes. Et c'est ainsi que la vapeur du zirconium très lourd, qui produit la raie 4.209 dans la profondeur, marche à l'équateur le plus vite de toutes les vapeurs étudiées, mais est, à la latitude de 80°, à deux près, la plus paresseuse de toutes.

Quoi qu'il en soit de l'explication que je viens d'esquisser et que j'ai déjà amplement élaborée en un Mémoire que j'espère publier bientôt, il est certain, en tout cas, que dans les couches renversantes, il existe en chaque niveau une rotation différente et que ces rotations sont même tellement différentes qu'à la latitude de 80°, par exemple, on voit le lanthane demander trente-deux jours pour faire le tour de l'axe, tandis qu'à cette même latitude le fer, plus élevé, ne demande que vingt-huit jours pour faire le même tour.

Si cette rotation, que M. Adams a fait connaître au mois de novembre 1907, est déjà énormément compliquée, M. Adams a fait, depuis lors, une découverte, qu'il a publiée au mois d'avril 1908 et qui démontre que cette rotation est beaucoup plus complexe encore. C'est la découverte du fait que, d'accord avec ma théorie, il y a, au dehors de toutes ces couches tournant à chaque latitude avec des vitesses angulaires différentes, une atmosphère d'hydrogène qui tourne à toutes les latitudes avec la même vitesse angulaire. Cette découverte a été corroborée, d'ailleurs, par les recherches de M. Hale

Recherches sur la Rotation du Soleil (1891 : *Astr. Nachr.*, 3994. — Adams : *Astroph. Journ.*, nov. 1907.

sur les floccules d'hydrogène, qui, elles aussi, accusent à toutes les latitudes la même vitesse angulaire [1]. Cette découverte de MM. Adams et Hale doit nous convaincre que toutes ces éruptions formidables qu'on suppose, et qu'on croit indiquées surtout par les protubérances incessantes dans l'atmosphère du Soleil, n'existent pas. Si elles existaient, la rotation du Soleil par couches superposées tournant toutes différemment serait impossible, et il serait impossible surtout qu'au dehors des couches à accélération équatoriale énorme l'atmosphère d'hydrogène pût tourner avec une vitesse angulaire égale à toutes les latitudes. Si ces couches avaient déjà rejeté de tout temps des éruptions formidables dans l'atmosphère qui les recouvre, elles lui auraient bien communiqué quelque peu de leur accélération équatoriale énorme. Mais, comme cette atmosphère n'en montre pas la moindre trace, il est donc certain que les couches profondes à rotation fortement anormale ont eu toujours si peu de communication avec l'atmosphère qui les recouvre que, même après des années innombrables, elles n'ont pas encore réussi à changer quelque peu son allure.

IV

Demandons enfin à *l'invariabilité du spectre solaire* un argument décisif. Ici encore, c'est l'application correcte du principe de Döppler-Fizeau qui nous donnera raison. Car ce principe veut que, là où ces éruptions formidables auraient lieu, les raies du spectre nous les divulguassent par des déplacements notables. Mais ces raies ne bougent jamais. S'il en était autrement, Rowland n'aurait pas pris la peine d'en photographier 20.000, et les Tables où il les a toutes représentées, chacune avec sa longueur d'onde calculée jusqu'aux millièmes du dix-millionième d'un millimètre, n'auraient pas été acceptées comme un étalon d'ondes invariables. Mais, si les raies du spectre sont à ce point immuables, de par le principe de Döppler, cette immutabilité démontre que, quelle que soit l'opinion contraire des astronomes, il est certain que si, en désaccord avec tous les phénomènes étudiés en cet article, il y avait cependant des éruptions solaires, leurs vitesses ne sauraient être qu'un petit nombre de fois plus grandes que celles de nos tempêtes terrestres et n'atteindraient jamais ces valeurs fantastiques, des milliers de fois plus grandes, qu'on y a toujours supposées.

Tel est aussi l'avis de M. Newall, qui, après avoir examiné avec M. Hubrecht le spectre solaire durant tout l'été de 1906, arriva au résultat qu'en tout ce temps, qui a été cependant un temps de grande activité solaire, le spectre n'a jamais montré le moindre signe de mouvement [1]. Ce résultat, dit M. Newall, est difficile à concilier avec d'autres considérations, mais il tend à prouver que les éruptions que nous supposons demeurent toujours confinées dans les couches invisibles au-dessous des couches renversantes.

Mais, si les éruptions solaires, après quarante ans d'un règne sans conteste dans l'atmosphère visible du Soleil, doivent être reléguées en des couches invisibles, elles sont, sinon déjà mortes, du moins sûrement enterrées. Ne les regrettons pas. Car, hormis le plaisir qu'elles ont toujours donné au public et aux orateurs des conférences populaires, elles n'ont fait que du mal. Si elles n'avaient pas mis tant d'obscurité dans l'interprétation des phénomènes solaires les plus ordinaires, peut-être, parmi ces phénomènes, y en a-t-il que les observations innombrables qu'on a faites depuis Kirchhoff auraient déjà expliqués. Il est temps, en tout cas, que cette obscurité disparaisse et que nous rejetions une hypothèse impossible pour arriver à une plus grande clarté.

V

Dès que l'on considère le Soleil débarrassé de ses éruptions, on le comprend beaucoup mieux. Car, si le Soleil est tranquille, on voit facilement que cette tranquillité a une cause, qui est la cause aussi de tous les autres phénomènes du Soleil. C'est ce que j'ai tâché de démontrer en mon dernier « Essai d'une explication du mécanisme de la périodicité dans le Soleil et les Étoiles rouges variables [2] ». Dans cet Essai, il n'est plus question d'éruptions radiales et le Soleil y est considéré comme tellement tranquille qu'il n'y a que la rotation différente de ses couches superposées qui y cause des courants horizontaux. Cette tranquillité y est expliquée comme résultant de ce qu'en accord avec le principe de l'équilibre mobile de van't Hoff, il n'y a nulle part dans la masse solaire un endroit où quelque changement de la température puisse se produire et où puisse naître ainsi un courant convectif. Tout refroidissement local doit y être empêché par la condensation de molécules évaporées, par la combinaison de molécules dissociées et par la décomposition de molécules endothermes associées. Et tout réchauffement local y sera empêché de même par ces mêmes molécules fonctionnant en sens inverse. Il y a d'ailleurs, en outre, la con-

[1] Adams : *Astroph. Journ.*, Avril 1908. Hale : *Ibid.*

[1] Newall : *Monthly Not.*, jan. 1907.

[2] *Verhand. d. Kon. Akad. v. Wetensch. te Amsterdam* jan. 1908.

traction de la masse et probablement aussi la désintégration d'atomes radio-actifs qui empêcheront la température de diminuer et tendront à l'augmenter au contraire. Si c'est ce jeu isotherme des molécules qui cause la tranquillité du Soleil, il est probable que les molécules endothermes, trop méconnues jusqu'à présent, y jouent le premier rôle. M. Arrhenius les considère comme pouvant entretenir la chaleur solaire durant des milliards de siècles [1]. Peut-être sont-ce surtout elles, qui, à défaut d'éruptions réchauffantes, rendent incessamment à la nappe photosphérique la chaleur qu'elle perd sans relâche en lançant au dehors les rayons du soleil.

Mais le jeu isotherme des molécules ne me semble pas seulement pouvoir expliquer la tranquillité du Soleil; il explique en même temps aussi la plupart des phénomènes que le Soleil nous fait voir. Dans les protubérances, par exemple, nous voyons ce jeu empêcher tout changement de la température et maintenir ainsi l'atmosphère en repos. Si la radiation photosphérique restait toujours la même, ce jeu des molécules ne commencerait jamais. Mais, comme cette radiation est sujette aux grands changements locaux que doivent causer les facules et les taches, c'est sur ces changements incessants en plus et en moins qu'on voit aussitôt le jeu des molécules réagir. Ce jeu produit alors des protubérances, dont la luminescence colorée et la lumière blanche souvent alternantes résultent des processus respectivement chimiques et physiques qui y empêchent la température de changer. Si telles sont les protubérances, leurs vitesses même les plus extravagantes ne sont pas en désaccord avec la tranquillité solaire; car elles la raffermissent, au contraire, et elles prouvent que, dans l'atmosphère solaire entière, les molécules sont toujours sur le qui-vive pour empêcher que d'un changement de chaleur local naisse jamais quelque mouvement notable.

L'étude plus détaillée de tous les phénomènes que le jeu isotherme des molécules paraît pouvoir expliquer pourra être trouvée dans mon Essai cité plus haut. Tous ces phénomènes ne peuvent être passés ici en revue, car cela demanderait trop de place. Il n'y a parmi eux que celui de la formation et de la périodicité des taches que nous examinerons ; encore sera-ce brièvement. Ce phénomène important me paraît pouvoir être expliqué de la manière suivante :

A une certaine distance du centre plane la vapeur photosphérique, qui, exposée à l'extérieur au refroidissement, produit sans changement de température les nuages photosphériques par condensation. Ces nuages sont des averses, limitées en haut par le renouvellement continuel de la pluie que le refroidissement y fait toujours condenser de nouveau, et limitées en bas par l'évaporation incessante de la pluie en vertu du réchauffement intérieur. Tant que la chaleur que le nuage perd en haut est plus grande que celle que, dans le même temps, il recouvre en bas, le nuage deviendra plus épais; mais la vapeur photosphérique diminuera; il en résulte que cette vapeur sera bientôt épuisée dans la couche extérieure où, jusqu'à présent, les averses se formaient. Cette couche étant épuisée, le nuage descendra dans une couche non pas épuisée encore, mais qui, épuisée plus tard, ne saura empêcher le nuage de descendre toujours plus bas.

Or, cette descente continuelle des nuages s'alourdissant toujours, aux dépens de leur vapeur diminuant sans cesse, ne saurait durer indéfiniment. Car, dans les couches où ces nuages s'enfoncent, la température augmente. Le moment viendra donc où, la chaleur perdue en haut et celle recouvrée en bas étant égales, les nuages, arrivés maintenant à leur plus grande épaisseur, resteront invariables au même niveau. Mais, en ce niveau, le pouvoir d'évaporer des averses incessantes n'a, à défaut de courants convectifs venant de l'intérieur, qu'une durée limitée. Et comme les nuages, sollicités par leur poids, doivent descendre toujours, ils arriveront alors dans des couches plus chaudes, où ils perdront en bas plus de matière condensée que dans le même temps ils n'en peuvent recouvrer en haut et où, par conséquent, ils diminueront de plus en plus et finalement disparaîtront.

Tandis que ces nuages disparaissent ainsi, la vapeur qui les avait formés apparaît de nouveau. Et, comme cette vapeur ne peut se condenser aussi vite en haut qu'elle est produite en bas, elle remonte dans le Soleil pour reprendre son volume primitif. Mais, à la surface extérieure de cette vapeur photosphérique qui monte, le refroidissement fera condenser aussitôt une photosphère nuageuse nouvelle. Cette photosphère nouvelle, au commencement peu épaisse, ne sera pas unie. Car, en ses endroits les plus minces, la vapeur, qui la pousse en haut, produira des bulles bombées, qui, s'élevant au-dessus du niveau général, seront vues comme des facules. Ces bulles seront des facules précurseurs de taches si leur paroi est mince et si la poussée de bas en haut continue. Car alors ces bulles crèveront et produiront ces trous dans la nappe photosphérique que nous observons comme des taches. Tout à l'entour du trou obscur, l'ouverture restera toujours obstruée des débris éraillés de la bulle crevée, qui formeront alors la

[1] Arrhenius : Lehrb. d. Kosm. Physik, p. 163.

pénombre, qui nous montre son plus grand éclat près de son bord intérieur, parce que, du moins dans les taches nouvelles, elle est toujours convexe.

Si telle est la formation des taches, mon Essai fait voir comment leur spectre, leur répartition, leur apparition successive aux différentes latitudes, leurs mouvements propres, leur tendance à former des groupes, leur visibilité plus grande dans l'hémisphère oriental, leur influence sur les phénomènes électriques dans notre propre atmosphère peuvent être expliqués. Mais nous n'avons pas besoin de cet Essai pour expliquer déjà ici leur périodicité. Car, si les taches se forment comme je viens de l'expliquer, il est clair qu'elles se formeront surtout et produiront leur maximum tant que la photosphère nouvelle continuera à être poussée en haut par la vapeur, qui, dans la profondeur, sera régénérée par les nuages accumulés durant le minimum, précédent et que cette abondante formation de taches ne cessera qu'au moment où cette vapeur régénérée discontinuera d'excéder celle qui se condense toujours à la surface. En ce moment, la photosphère nouvelle aura atteint sa plus grande hauteur, d'où elle recommencera alors à descendre, comme je l'ai expliqué plus haut.

La photosphère descend et monte tour à tour. Lorsqu'elle plane à sa plus grande hauteur, c'est le refroidissement extérieur qui, en l'alourdissant et en effaçant ses taches, la force à descendre et, lorsque le minimum étant près de finir, elle est arrivée à sa plus grande profondeur, c'est le réchauffement intérieur qui la force à remonter et à restaurer un maximum nouveau.

Si cette explication de la formation des taches est juste, la photosphère met onze ans à faire une vibration complète et elle ne repose jamais, parce que l'intérieur du Soleil repose toujours.

Cette explication pourrait être considérée comme tendant à prouver que, même dans les couches invisibles, qui sont devenues leur dernière retraite, les éruptions solaires ne sauraient exister plus longtemps. Mais cette explication n'est qu'une hypothèse et, comme telle, elle n'a encore aucun pouvoir convaincant. Il en est de même de toutes les autres explications plausibles, qui depuis vingt ans m'ont paru réussir dans ma théorie d'un soleil sans éruptions radiales. Mais, si cette réussite ne saurait prouver que ces éruptions n'existent pas, elle rend bien cependant leur existence moins probable. Car c'est aux fruits qu'on connaît l'arbre et l'hypothèse des éruptions a toujours été éminemment stérile.

Mais ce n'est pas avec de tels raisonnements, peut-être trompeurs, que je veux terminer cet article, où, pour démontrer l'impossibilité des éruptions solaires, tant de faits convaincants ont été énumérés. Revenons donc à ceux-ci et profitons, en outre, de l'occasion imprévue de pouvoir les renforcer par un fait nouveau, qui ne m'était pas encore connu en écrivant les pages précédentes. C'est le fait que vient de découvrir M. Fox, et qu'il a mentionné dans le numéro de septembre de l'*Astrophysical Journal*, que la rotation des protubérances du calcium ne montre, entre les latitudes de 20 à 35°, aucune retardation polaire évidente et ressemble beaucoup plus à la rotation normale de l'atmosphère hydrogénique du Soleil qu'à la rotation fortement anormale et beaucoup plus lente des couches plus profondes. La rotation normale de ces protubérances se comprend si ces protubérances sont, dans l'atmosphère à rotation normale du Soleil, des endroits qu'un processus chimique ou physique passager rend plus lumineux pour un temps; mais cette rotation serait inexplicable si ces protubérances étaient dues à des éruptions radiales. Car alors leurs vitesses angulaires ne seraient pas plus grandes, mais plus petites que celle des couches plus profondes, et elles accuseraient la retardation polaire des couches qui auraient rejeté ces protubérances au dehors.

C'est donc sur un grand nombre de faits convaincants que je me base lorsqu'en terminant cet article je constate que l'hypothèse des éruptions solaires doit être abandonnée. Elle durera encore quelque temps sans doute. Mais, puisque les faits nous ont fait voir que la Vérité est en marche, les jours du Dogme sont comptés.

A. Brester Jz.,
Docteur ès sciences.

LA PRÉVENTION DE LA CÉCITÉ EN FRANCE

Est-il besoin, au double point de vue social et humanitaire, de faire ressortir l'importance de cette étude ?

Tout aveugle est, par le fait de son infirmité, incapable de se suffire à lui-même; il ne peut, en l'état actuel des choses, se livrer à un travail vraiment productif : il est donc un membre inutile de la communauté sociale. S'il n'a pas de patrimoine, et c'est le cas habituel, il devient vite à charge aux siens d'abord, à l'Etat ensuite, qui est mis dans l'obligation de l'assister personnellement, ainsi qu'un ou plusieurs membres de sa famille, dépourvus de l'apport du chef ou forcés de se consacrer complètement aux soins que nécessite un individu privé de la vue.

La situation morale et physique du malheureux aveugle est suffisamment émouvante pour qu'il soit oiseux de la dépeindre.

Il y a donc un intérêt majeur, tant au point de vue de l'humanité qu'au point de vue du bon fonctionnement et de l'économie du régime social, à ce que soient prises et édictées toutes mesures capables de prévenir la cécité.

L'Etat intervenant dépensera moins d'argent pour conserver la vue à un citoyen que pour l'entretenir et le pensionner lorsqu'il est devenu aveugle. Il aura, en outre, l'avantage de conserver un collaborateur actif, consommant et produisant.

Magnus ne prouvait-il pas, il y a quelques années, que la Prusse économiserait 10 millions de francs par an si la prophylaxie de la seule ophtalmie purulente était réalisée!

Aujourd'hui, l'attention des Pouvoirs publics se fixe de plus en plus sur les moyens de prévenir le développement des diverses maladies et sur les mesures générales propres à les combattre dès leur éclosion. Pourquoi l'hygiène oculaire, comprise dans le sens que je viens d'indiquer, n'occuperait-elle pas une large place dans les préoccupations actuelles? N'en est-elle pas digne, et les mesures capables de sauver un malade de la cécité le cèdent-elles en importance à celles qui ont pour but de combattre l'apparition de la fièvre typhoïde? La cécité ne supprime-t-elle pas un citoyen?

Quand, en 1892 (*Archives d'Ophtalmologie*), j'étudiai les causes de la cécité sur les pensionnaires des Quinze-Vingts, je fus rapidement convaincu que la moitié des individus pensionnés par l'Etat, condamnés à la stérilité, auraient pu, avec des précautions hygiéniques ou des soins appropriés, ne rien coûter à leurs concitoyens, se suffire à eux-mêmes, faire vivre leurs familles, rapporter à leur patrie.

J'insiste encore une fois sur ce point que l'aveugle est plus qu'une non-valeur : il est une source de dépenses pour son pays; d'où ce grand principe qui doit être mis en relief, à savoir : qu'assister l'aveugle est bien, mais qu'empêcher un être en pleine vie, en pleine jouissance, de perdre la vue, est encore mieux.

Pour atteindre ce but, il faut connaître avec précision les causes de la cécité, les cas dans lesquels elle aurait pu être évitée, les moyens efficaces de la prévenir. C'eût été pour moi une grande joie et un beau titre de gloire que d'apporter ici tous les éléments nécessaires à la solution de ces divers problèmes. Malheureusement, la tâche est plus lourde qu'elle ne paraît au premier abord, et l'initiative privée est incapable de réussir là où l'intervention du Pouvoir central, avec tous les moyens dont elle dispose, aurait de la peine à aboutir.

I. — Causes de la cécité.

Les enquêtes sur les causes de la cécité sont longues, minutieuses, onéreuses. Relever seulement le nombre exact des aveugles n'a pu être fait en France officiellement, malgré deux tentatives récentes (1876, 1883). Il est relativement aisé de recenser les aveugles qui ont fréquenté les cliniques et les hôpitaux, ceux qui sont inscrits au bureau de bienfaisance ou reçoivent des secours de l'Etat ou des Sociétés spéciales; mais presque tous les aveugles indépendants, doués de quelques ressources, échappent aux recherches. L'aveugle découvert, il faut encore préciser les causes de sa cécité. Ce travail ne peut être fait que par un oculiste exercé, capable de poser un diagnostic rétrospectif, de ne pas considérer l'état de l'œil qu'il examine comme étant celui qui a déterminé la cécité, de chercher, par exemple, derrière une cataracte, le décollement de la rétine ou le glaucome, la cause première d'une atrophie des globes oculaires ou des leucomes de la cornée; il faut une enquête sur les lieux qu'a habités l'aveugle au début de sa maladie oculaire, sur sa profession, ses unions, son genre de vie, sa constitution, ses maladies passées ou présentes, ses ascendants ou descendants, des recherches sur l'hérédité, la consanguinité, etc. Il faudrait éviter de faire figurer dans les relevés plusieurs fois les mêmes individus.

Nous ne posséderons de statistique parfaite en

France que lorsque chaque maire aura compté les aveugles de sa commune, aura fait remplir par la famille ou les ayants droit un questionnaire très complet, et par un ophtalmologiste une feuille d'examen bien ordonnée, le tout devant être dépouillé finalement par une Commission compétente. Il paraît que, pour réaliser ces desiderata, une somme considérable serait nécessaire; il s'agirait de savoir si, en ne tenant compte que de la question économique, cette dépense ne constituerait pas pour l'Etat un fructueux placement. Je suis tout disposé à le croire.

En 1902, j'ai été chargé, par la Société française d'Ophtalmologie, d'établir un Rapport sur la cécité en France, ses causes et sa prévention. C'est le seul travail important et documenté qui ait paru sur la matière dans notre pays, qui, avec ses 36.905 aveugles reconnus par le dernier recensement (1883), renferme une proportion de 8 aveugles par 10.000 habitants, alors que le Danemark, la Suède, l'Autriche, la Suisse et la Hollande en contiennent infiniment moins. La Hollande, entre autres, n'a qu'une proportion de 4,46 aveugles pour 10.000 habitants.

Avec une prophylaxie bien entendue, on arriverait à réduire considérablement le nombre des aveugles. En étudiant les statistiques que j'ai eues en mains, j'ai pu évaluer à 43 °/₀ le chiffre des cécités évitables, que Golescéano croit être de 39 °/₀ et Truc de 34 °/₀. En adoptant le chiffre de 35 °/₀ de cécités évitables dans l'état actuel de la science, je pense être d'un optimisme modéré, et, si les deux fléaux du jour : la syphilis, cause de tant d'atrophies du nerf optique, de névrites, d'irido-chorio-rétinites, et l'alcoolisme, père de l'artério-sclérose, de bon nombre de glaucomes, d'affections du nerf optique, collaborateur actif de nombreuses diathèses nocives, venaient à disparaître, la cécité diminuerait dans une proportion étonnante.

Les diathèses, les maladies générales jouent un rôle néfaste dans la production de la cécité; aussi doivent-elles être avec acharnement attaquées ou habilement dirigées quand elles semblent devoir déterminer des désordres visuels. Je ne puis écrire ici un chapitre de Pathologie générale, mais je rappellerai qu'un rhumatisant, qu'un goutteux verra parfois fuir des déterminations oculaires, le plus souvent irido-choroïdiennes, sous l'influence d'un traitement et surtout d'un régime et d'une hygiène générale; qu'un brightique dépisté de bonne heure, et chez lequel on évitera les intoxications alimentaires, sera presque toujours à l'abri de la rétinite qui le guette si surviennent les phénomènes urémiques; que le diabétique bien conduit est rarement atteint de troubles visuels, que les soins donnés à l'artério-scléreux le protégeront parfois contre les attaques glaucomateuses, les rétinites hémorragiques.

Que d'affections cornéennes seraient évitées si l'on soignait à temps la syphilis héréditaire, si les mesures prophylactiques destinées à empêcher les fièvres éruptives et infectieuses, spécialement la rougeole et la variole (isolement, désinfection, vaccin), étaient rigoureusement appliquées ; si les malheureux enfants scrofuleux étaient vite dirigés vers les stations maritimes ou au moins vers des sanatoria de campagne ; si les parents avaient souci de la vue de leurs enfants et les faisaient traiter à temps; si les médecins surveillaient les yeux des rubéoliques et des varioleux pendant le cours de la maladie et pendant la convalescence.

L'ophtalmie purulente et la conjonctivite granuleuse disparaîtraient à jamais si les mesures prophylactiques voulues étaient en vigueur.

Il existe malheureusement encore quelques affections oculaires incurables et d'autres au sujet desquelles une étude prophylactique serait prématurée ou nécessiterait des développements qui n'intéresseraient que les spécialistes. Je me bornerai donc, pour faire œuvre vraiment utile, à n'étudier ici que la prévention des causes de cécités les plus fréquentes et les plus sûrement évitables, soit :

Les maladies congénitales;

La conjonctivite purulente;

La conjonctivite granuleuse;

La myopie;

Les traumatismes.

Puis je parlerai des moyens généraux de prophylaxie de la cécité.

II. — Maladies congénitales.

La prophylaxie des maladies congénitales de l'œil est fort difficile à réaliser, presque toutes les affections étant d'origine héréditaire, comme il est facile de s'en convaincre par des enquêtes bien faites. Si les chiffres de nos statistiques n'accusent pas toujours l'hérédité, cela tient à la difficulté des recherches et à la négligence des observateurs.

Les parents peuvent transmettre directement aux enfants les malformations dont ils sont eux-mêmes atteints, ou des malformations différentes. C'est ainsi qu'un père possédant une cataracte congénitale peut procréer des enfants cataractés ou aveugles par buphtalmie, amblyopie, colobomes de l'iris et de la choroïde, etc. Il n'est pas nécessaire que l'ascendant ait lui-même une affection oculaire pour influer sur les yeux du descendant; il suffit qu'il lui transmette une tare, un stigmate de dégénérescence.

La consanguinité par elle-même, sans l'intervention de l'hérédité, me semble impuissante à

amener des lésions oculaires, comme je l'ai démontré dans un travail[1] auquel je renvoie ceux que la question peut intéresser. Elle ne crée aucun état morbide sans les matériaux que lui fournit l'hérédité.

Certains hygiénistes ont cru que la réglementation des mariages consanguins pourrait éviter la plupart des maladies congénitales des yeux.

Je ne le pense pas. Il n'y a aucune raison pour interdire le mariage à deux consanguins dont les organes visuels sont sains et bien conformés et qui sont exempts de toute tare pathologique. Ne sait-on pas que, dans l'espèce animale, la consanguinité est recherchée, non dans le but d'amoindrir la race, mais bien de la perfectionner ? Les éleveurs lui doivent leurs plus beaux produits.

Les lois qui interdisent les mariages consanguins sont donc moins rationnelles que celles qui interdiraient les mariages entre gens atteints de tare pathologique. Au reste, quels moyens d'agir sur les unions illégitimes?

Comme conclusion, l'influence du médecin seule peut avoir quelque valeur pour la prévention des maladies congénitales des yeux. Il doit appeler l'attention des individus qui désirent s'unir et de leurs parents, ou des gens mariés lors de la naissance d'un premier enfant aveugle, sur les dangers de l'hérédité.

Ce n'est pas par des lois, des règlements qu'on atteindra le but; c'est par une instruction de tout le monde sur l'influence néfaste de l'hérédité.

III. — Conjonctivite purulente.

Nous possédons aujourd'hui des notions tellement précises sur les causes et la prophylaxie de la conjonctivite purulente des nouveau-nés qu'on peut s'étonner à juste raison des ravages que fait encore cette redoutable maladie, qui serait pourtant aisément évitée par des précautions très simples.

Quoique la conjonctivite purulente puisse être engendrée par des microbes tels que le streptocoque, le pneumocoque, le bacille diphtérique, elle est due, dans la plupart des cas, au gonocoque.

L'infection se produit, pendant l'accouchement, au moment du passage de la tête de l'enfant, lorsque les paupières ou la conjonctive se trouvent en contact avec les sécrétions nocives de la mère; elle peut encore se faire la tête de l'enfant étant dans l'utérus, mais à condition que les membranes soient rompues, les causes d'infection étant alors apportées par les instruments et le toucher.

La contagion peut aussi se produire après la naissance, par contact direct des sécrétions provenant de la mère, d'un nourrisson contaminé, d'objets de pansement ou de toilette, par les mains souillées des gardes ou des sages-femmes.

Pour éviter l'infection la plus fréquente, celle qui se fait pendant l'accouchement, il suffirait que le médecin fît disparaître les sécrétions morbides de la mère, ou que, avant l'accouchement, il désinfectât rigoureusement celle-ci par des lavages antiseptiques.

Comme cela est quelquefois impraticable et qu'il peut rester des doutes sur la stérilisation des organes maternels, voici la méthode à employer :

Aussitôt après la sortie de l'enfant, on essuiera doucement les paupières avec du coton hydrophile sec et non trempé dans une solution, car le liquide peut, en pénétrant dans les culs-de-sac, les inoculer, alors qu'ils sont indemnes. Pour un motif analogue, on se gardera de laver les yeux de l'enfant avec l'eau du bain qu'il est d'usage de donner sitôt après la naissance.

L'essuyage à sec terminé, on lavera les paupières et les culs-de-sac conjonctivaux avec une solution de cyanure ou de bichlorure d'hydrargyre au 5/1.000, en ayant soin de se servir de coton hydrophile et non des éponges du bain ou de linges ayant touché le corps de l'enfant ou de la mère.

L'enfant sorti du bain, on entr'ouvrira les paupières pour laisser tomber dans chaque œil une ou deux gouttes d'une solution de nitrate d'argent à 2 °/₀, au moyen d'un bâton de verre. Au bout de deux ou trois jours, il se produit un petit écoulement catarrhal sans aucune gravité, qui ne tarde pas à disparaître. Ces instillations constituent la méthode de Crédé, la plus efficace de toutes les méthodes prophylactiques, puisqu'à la Maternité de Leipzig elle a fait tomber le chiffre des ophtalmies purulentes de 10,8 °/₀ à 1/2 °/₀, et j'ajouterai la plus rationnelle, puisqu'elle produit une escarre des couches superficielles de l'épithélium et détruit les gonocoques qui ont déjà pénétré dans ces couches, et pas seulement ceux qui sont demeurés à la surface.

On a essayé de remplacer le nitrate d'argent par d'autres substances, telles que l'iodoforme, le jus de citron, le biiodure d'hydrargyre, le protargol, etc., dont l'efficacité est contestable. Je ne les crois pas capables de réduire l'ophtalmie à deux cas sur 1.600 naissances comme l'a fait la méthode de Crédé (statistique de Crédé).

La contagion après la naissance s'évitera en prévenant l'entourage de l'enfant du danger de cette contagion, en recommandant à la mère de ne pas contaminer ses mains par les sécrétions, en exigeant des gardes, sages-femmes, infirmières, la

[1] La consanguinité en Pathologie oculaire. *Annales d'Oc.*, janv. 1892.

plus grande propreté, le lavage des mains après chaque pansement ou chaque toilette du nouveau-né, qui doit posséder en propre ses objets de toilette et d'habillement, en proscrivant sévèrement l'usage des éponges, compresses, pinceaux, etc., en exigeant la destruction immédiate de tous objets contaminés.

Dans les services hospitaliers, les enfants malades doivent être rigoureusement isolés des enfants sains, et, si cela est possible, des enfants déjà atteints, ce qui se réalise par le système des boxes d'une manière assez pratique ; l'asepsie la plus parfaite doit régner en maîtresse, et l'on ne devra jamais employer, pour les cautérisations de la muqueuse, ni crayon de nitrate d'argent, ni pinceaux qu'une économie mal entendue peut faire servir à plusieurs sujets, mais bien des baguettes de verre aisément stérilisables, autour desquelles on enroule un peu de coton hydrophile.

Parfois un seul œil est atteint ; il est rare qu'on puisse préserver l'autre, qui est trop aisément contagionné par le pus provenant de son congénère ; mais on devra chercher à atteindre ce but en faisant des lavages préventifs de l'œil indemne, en le fermant avec un pansement occlusif, mais permettant néanmoins la surveillance bi-quotidienne, et en exigeant que l'enfant soit couché sur le côté malade, afin que le pus ne coule pas vers l'œil sain.

Quand la conjonctivite des nouveau-nés est déclarée, il est le plus souvent facile de l'enrayer par un traitement bien conduit, ou, tout au moins, d'éviter les accidents graves, à la condition que l'enfant soit soigné dès le ou les premiers jours, aussitôt que possible. Or, les parents, les sages-femmes et, il faut l'avouer, souvent aussi les médecins, traitent la chose à la légère et ne se décident à avoir recours à des soins spéciaux que lorsque la cornée est déjà opaque ou perforée

On ne se douterait jamais du nombre d'aveugles dus à la seule incurie des sages-femmes. Combien m'a-t-on amené d'enfants, à la Clinique des Quinze-Vingts, dont les cornées perforées baignaient dans le pus depuis quinze ou vingt jours, et combien de fois, sur mes reproches, la mère m'a-t-elle répondu : « Mais la sage-femme m'a affirmé que ce n'était rien. »

Les parents, qui ont eux le droit d'être ignorants, attribuent souvent le mal à un « coup d'air », et le négligent comme insignifiant. Aussi s'est-on préoccupé d'avertir les intéressés de la gravité de la blennorrhée ou de leur indiquer le traitement d'urgence de cette maladie. Je ne crois pas à l'efficacité de cette dernière mesure, qui me semble au contraire dangereuse, puisqu'elle peut engendrer une fausse sécurité et empêcher les parents de réclamer à temps des soins éclairés.

Je préfère la proposition adoptée le 12 mars 1885 par la Société d'Ophtalmologie de la Grande-Bretagne et de l'Irlande, qui recommandait l'impression, dans tous les documents publiés par le bureau des naissances, de la note suivante :

« Si les paupières sont rouges et enflées ou sont le siège d'une sécrétion quelques jours après la naissance, l'enfant doit être conduit à un médecin sans attendre un jour. La maladie est très dangereuse ; si elle n'est pas soignée à temps, elle peut faire perdre la vue des deux yeux. »

Cette note est très claire et présente l'avantage d'effrayer les parents auxquels ne sont pas supposées des connaissances médicales.

On a encore proposé d'indiquer aux sages-femmes le traitement de l'ophtalmie purulente. Si cette mesure était appliquée, on ne compterait plus les cataclysmes. Il faut, pour bien soigner une blennorrhée, une grande habitude ; il faut savoir retourner les paupières, les écarter avec les releveurs pour explorer les cornées, appliquer des traitements variables suivant les cas ; tout ceci ne peut être fait que par un médecin, et j'ajouterai par un médecin compétent.

Il serait désirable que tout praticien fût au courant des soins à donner aux enfants contaminés et que de sérieuses interrogations fussent faites aux examens sur cette matière. Dans sa séance du 16 juillet 1901, l'Académie de Médecine a adopté les conclusions suivantes d'un Rapport de M. le Professeur Pinard, qui ont été transmises au Ministère de l'Intérieur :

1° Faire distribuer dans toutes les mairies avec l'acte de naissance une courte notice indiquant les causes, les symptômes et les dangers des ophtalmies des nouveau-nés ;

2° Prendre des mesures pour que la déclaration immédiate des ophtalmies purulentes soit faite dans tous les cas et partout en France ;

3° Attacher un médecin ophtalmologiste à toutes les maisons d'accouchement, pour diriger le traitement curatif des ophtalmies purulentes et l'enseigner aux élèves-médecins et sages-femmes.

Il suffirait, à mon avis, que toutes les sages-femmes fussent averties de la gravité de la maladie, mises au courant de la prophylaxie que j'ai indiquée plus haut, tenues à la déclaration obligatoire de tous les cas d'ophtalmie purulente et contraintes de réclamer immédiatement les soins d'un médecin, pour atteindre le but qu'on se propose, à l'encontre duquel on irait certainement si on les chargeait d'appliquer un traitement qui, simple, serait inefficace, compliqué, deviendrait, par le fait d'une application maladroite, aussi dangereux que la maladie elle-même.

L'ophtalmie purulente des nouveau-nés est

contagieuse d'enfant à enfant et d'enfant à adulte. Les intéressés doivent être prévenus de cela et être instruits des mesures sur lesquelles j'ai insisté dans le but d'éviter la dissémination du mal. Le médecin lui-même n'est pas à l'abri de la contagion, qu'il peut aussi propager ; qu'il ne l'oublie pas et prenne soin de désinfecter ses mains et ses instruments avant et après les pansements. Un moyen de contagion assez fréquent est celui-ci : Quand on écarte un peu brusquement les paupières d'un malade, il peut arriver que quelques gouttes ou un jet de pus viennent atteindre l'œil du médecin ou de l'assistant. On a proposé, pour éviter cela, d'interposer une lame de verre entre le visage du malade et celui de l'opérateur ou bien d'employer de grosses lunettes ; mais je crois qu'en détournant un peu la tête et surtout en écartant doucement les paupières, préalablement lavées et décollées, on peut se mettre facilement à l'abri de cet accident.

En observant bien les précautions indiquées pour éviter la contagion et la dissémination de la blennorrhée des nouveau-nés, on n'aura pas à craindre la propagation de l'ophtalmie purulente des adultes d'individu à individu, dans la pratique privée ou dans les services hospitaliers.

IV. — Conjonctivite granuleuse.

La conjonctivite granuleuse est due à une infection provenant d'un œil atteint, surtout lorsque cet œil sécrète beaucoup; le danger de contagion est donc d'autant plus grand que la sécrétion est plus abondante, d'où la nécessité, pour éviter le transport, de réduire le catarrhe par les moyens appropriés, d'exiger de fréquents lavages des yeux malades et la destruction de tous les objets de toilette et de pansement qui auraient pu être souillés. Il faudra avertir les patients et leur entourage des dangers de la situation, que le médecin ne devra jamais compromettre en négligeant de se désinfecter les mains après les soins à donner aux granuleux ou en se servant pour des malades sains des pinceaux ou crayons qu'il aurait pu employer chez un granuleux.

L'isolement du malade est à recommander, surtout lorsque celui-ci vit dans la promiscuité des logements pauvres, des collèges, asiles, prisons, casernes, navires, ateliers, hôpitaux.

L'absence d'hygiène, d'aération favorise le développement des épidémies de trachôme qui, pourtant, ne peuvent se développer sans la présence de l'agent infectieux. Aussi les logements insalubres doivent-ils être réglementés et les établissements destinés à contenir des collectivités être bâtis suivant des règles hygiéniques bien définies. Dans les hôpitaux, les granuleux ne doivent pas être laissés en contact avec les autres malades; ils doivent être reçus à demeure et même pansés, lorsqu'ils viennent du dehors, dans des salles spéciales. Le personnel infirmier doit être astreint à des précautions de parfaite asepsie, tant pour se protéger lui-même que pour éviter la dissémination du mal. Les sujets atteints de conjonctivite vulgaire sont plus exposés que d'autres à prendre la granulation, d'où la nécessité de soigner énergiquement tous ceux qui peuvent venir au contact des granuleux.

Dans les collèges, asiles, prisons, casernes et navires, il faut des désinfections rigoureuses des locaux qui ont été habités par les granuleux, des vêtements qu'ils ont portés, du linge qui leur a servi.

Ces mesures peuvent être utilement appliquées dans la pratique civile, d'où l'utilité de la déclaration obligatoire du trachôme. Dans les établissements publics que je viens d'indiquer, une inspection médicale des yeux devrait être faite mensuellement, et tout sujet suspect devrait être isolé, soigné et seulement rendu à la vie collective après parfaite guérison.

Les lavabos communs sont fort dangereux ; il faut multiplier les lavabos individuels ou ne servant qu'à un petit nombre d'individus ; les éponges, savons, serviettes doivent être personnels.

Les conscrits granuleux seront réformés, si le cas est grave, ou hospitalisés et soignés jusqu'à guérison, si le cas est léger, avant d'être reçus dans les chambrées. Les soldats granuleux seront traités de même et ne devront jamais regagner leurs foyers avant la stérilité complète de leur conjonctive.

Si les précautions étaient bien prises, on n'assisterait jamais à d'épouvantables épidémies, comme celle que j'ai pu observer, il y a quelques années, dans un vaste asile d'enfants situé en Bretagne, que je fus chargé d'inspecter et où je ne trouvai, ni un seul enfant, ni une religieuse, ni un infirmier indemne de trachôme !

Que ne suivons-nous, en France, l'exemple des Etats-Unis d'Amérique, qui refusent impitoyablement l'entrée de leurs territoires à tout individu suspect de granulation ! A l'arrivée des paquebots, les yeux de tous les émigrants sont examinés. Tout sujet contaminé est tenu de se rembarquer. Notre pays offre, au contraire, une très large hospitalité aux granuleux. Je vois presque quotidiennement aux Quinze-Vingts des israélites russes refusés en d'autres régions, pour des granulations, venir réclamer mes soins. Ce sont autant de foyers dangereux créés pour nos nationaux.

V. — Myopie.

La myopie fait beaucoup d'aveugles, d'après mes statistiques : 224 cas sur 3.763 patients atteints de

cécité binoculaire, 260 cas sur 2.200 frappés de cécité monoculaire. Ces chiffres sont fort élevés et dignes de fixer l'attention sur les mesures prophylactiques propres à empêcher l'éclosion de la myopie ou à en enrayer le développement progressif.

Je n'ai nullement l'intention de répéter tout ce qui a été dit sur cette vaste question, si bien étudiée dans le livre de Fuchs, — auquel on a même reproché de s'être trop étendu sur elle dans un Mémoire qui avait pour but de rechercher les causes et la prévention de la cécité, — et traitée par moi dans mon livre sur l'Hygiène de l'œil.

Je me bornerai à mettre en relief les points saillants concernant sa prévention.

Si toutes les myopies étaient acquises, c'est-à-dire créées par les efforts que nécessite le travail de près, il serait relativement facile de les enrayer par une hygiène scolaire bien comprise; mais il ne faut pas oublier qu'il existe des myopies congénitales, qui se développent sans abus de l'accommodation et de la convergence chez des illettrés et aboutissent aux pires désastres. J'ai même été très frappé, en dépouillant mes statistiques, du grand nombre de campagnards, d'ouvriers manuels devenus aveugles par suite d'accidents myopiques et principalement de décollements rétiniens.

Ceci donnerait raison à Magnus, qui croit que ce ne sont pas seulement l'écriture et la lecture qui disposent les myopes au décollement, mais encore le travail corporel excessif engendrant une hyperémie veineuse qui se produit dans tout effort.

La myopie congénitale ne pourrait être enrayée que par une sélection bien difficile à réaliser. Elle est due à l'hérédité dans la plupart des cas et ne disparaîtrait que si disparaissaient les unions entre myopes et même que si certains myopes se vouaient au célibat. Notre état social ne se prête pas à ces solutions rigoureuses; mais il n'est pas mauvais que le public soit averti de l'hérédité de la myopie, ne serait-ce que pour pousser les parents entachés de ce vice à surveiller de bonne heure les yeux de leurs enfants.

Existe-t-il une myopie acquise? Presque tous les auteurs sont affirmatifs sur ce point et en attribuent la genèse à un effort d'accommodation et de convergence. Bien nombreuses sont les statistiques qui montrent que l'enfant ne naît pas myope, le devient vers l'âge de dix ans, que la myopie progresse pendant la période scolaire, est surtout marquée dans les classes élevées, chez les sujets qui préparent les écoles dont l'accès nécessite un grand labeur, et d'une manière générale chez les individus qui abusent du travail de près. Il faut pourtant faire une réserve et tenir compte d'un facteur auquel on n'a pas accordé assez d'importance : l'influence de la croissance. La conformation de l'œil myope est héréditaire, mais l'hérédité ne s'accuse qu'au moment de la croissance, quand l'organisme prend l'empreinte qu'il aura définitivement.

L'œil s'allonge pendant la vie scolaire; d'autres organes ne se développent-ils pas parallèlement pendant la même période, qui ne sont pas soumis au même travail?

Quoi qu'il en soit de ces réserves, il semble que l'hygiène de l'écolier ait, au point de vue oculaire, une grande importance, même si on devait la considérer comme surtout efficace contre les accidents de la myopie plutôt que contre le développement de la myopie.

En passant, je tiens à signaler un point laissé un peu de côté, à savoir l'influence de l'état général sur la myopie et sur la tolérance de la myopie; d'où la nécessité de surveiller les yeux des enfants après les maladies dont ils ont été atteints, spécialement les fièvres éruptives, souvent prétextes à l'éclosion ou au développement de la myopie.

Je ne répéterai pas ici tout ce qui concerne l'utilité d'une rationnelle construction scolaire, d'un bon éclairage des bâtiments d'école, qui doivent être orientés à l'est, au nord-est ou au sud-est, être entourés de cours spacieuses ou situés sur de larges artères, être éclairés à la lumière électrique réfléchie par des plafonds blancs. Je n'insisterai pas sur la nécessité d'un mobilier scolaire approprié à la taille de l'enfant, de livres bien lisibles, de méthodes particulières d'écriture, de la limitation des heures de classe et d'études, de récréations et de vacances suffisantes, de n'admettre à l'école que des enfants ayant dépassé 6 à 7 ans, etc. Tous ces points sont fort bien étudiés dans les traités d'Hygiène scolaire.

J'aime mieux rappeler le rôle dévolu à l'oculiste, qui doit instruire les parents des enfants myopes, et les myopes adultes qui le consultent, des inconvénients et des dangers de la myopie, des causes qui peuvent l'aggraver, des conditions d'hygiène spéciale que doit observer le myope non seulement à l'école, mais dans la famille et pendant toute sa vie de travailleur. Il doit lutter contre ce préjugé qui consiste à déclarer que l'œil myope est le meilleur, et imposer le port des verres correcteurs malgré les répugnances qui lui sont manifestées. Il doit indiquer quelles sont les professions permises et interdites et s'informer, quand il s'agit d'enfants, de celles qui doivent être embrassées.

Presque tous mes correspondants ont insisté sur la nécessité de l'inspection des écoles et collèges deux fois par an par un oculiste. J'y ajouterai l'utilité de la remise aux parents d'une fiche visuelle indiquant l'état des yeux de l'enfant, le numéro des verres qu'il doit porter, voire même des

conseils sur l'hygiène qu'il doit observer. Cette mesure est, du reste, adoptée depuis longtemps au Japon!

Les médecins spécialistes ne peuvent se rendre dans certaines écoles éloignées des grands centres. Pour combler cette lacune, Leprince a fait construire une échelle optométrique scolaire que les instituteurs doivent faire lire aux élèves et qui a été employée cette année par tous les instituteurs du département du Cher. Dans un but analogue, Dianoux a fait adopter dans certains collèges où il a crédit une revue des élèves par les professeurs à la rentrée des classes et avant Pâques, revue pendant laquelle les élèves sont placés en face de lettres découpées dans un en-tête de journal et qui doivent être lues à une distance déterminée.

Le concours de tous les éducateurs, dûment instruits par des avis spéciaux, doit être réclamé pour la surveillance de la vision, des attitudes de leurs élèves.

VI. — Traumatismes.

Les traumatismes du globe oculaire amènent 6 °/₀ de cécités binoculaires, et 20 °/₀ de cécités monoculaires, chiffres qui seraient réduits dans une notable proportion si des mesures sérieuses concernant leur prévention étaient soigneusement appliquées.

Les accidents causent la cécité complète lorsqu'ils atteignent les deux yeux, comme cela arrive souvent dans les explosions, les coups de mine, les brûlures par la chaux, ou lorsque la blessure d'un œil entraîne la perte du congénère par ophtalmie sympathique.

Il faut distinguer les traumatismes professionnels, auxquels sont exposés les ouvriers, de ceux qui sont dus au hasard ou à l'imprudence, tels que les accidents de chasse, ceux qui frappent les enfants.

§ 1. — Traumatismes professionnels.

Beaucoup de professions exposent à ces traumatismes : les serruriers, les mécaniciens ajusteurs reçoivent souvent des paillettes de fer ou d'acier; les rémouleurs ou les ouvriers qui se servent de la meule à l'émeri, des éclats de meule, d'émeri, de métal; les meuniers, les tailleurs de pierre, les cantonniers, des fragments de pierre ou de fer provenant de l'outil; les mineurs sont exposés au coup de mine, les artificiers aux explosions, les chimistes aux explosions et aux brûlures par agents chimiques, les maçons aux brûlures par la chaux, les mécaniciens de chemins de fer, les chauffeurs d'industrie aux éclats dus à la rupture des tubes à niveau. Les campagnards ne sont pas exempts des traumatismes oculaires. On sait la gravité des blessures de la cornée dues aux épis de blé pendant la moisson, — alors que les voies lacrymales infectées agissent si fâcheusement pour provoquer des suppurations locales, — les désordres fréquents causés par les piqûres d'épine, par les coups de corne de vache.

La prophylaxie varie suivant qu'il s'agit de dangers d'explosion ou de la projection des divers corps étrangers.

Dans les lieux où une explosion est possible, des règlements sévères doivent indiquer les conditions prudentes d'éclairage, interdire de fumer, restreindre et ordonner les visites et manipulations des matières explosibles. Inutile de dire que l'usage de la lampe des mineurs doit être absolument imposé et que tout ouvrier coupable d'avoir ouvert sa lampe doit être sévèrement puni. Les tubes à niveau des chaudières, les syphons contenant de l'acide carbonique seront entourés d'un treillis métallique suffisamment solide pour éviter, en cas d'explosion, les projections d'éclats de verre.

Les ouvriers exposés aux traumatismes par corps étrangers ne se livreront à leurs travaux qu'avec la protection de lunettes spéciales qu'on fabrique en verre épais, en fil d'archal, en treillis métalliques divers, voire même en mica. Les ouvriers sont tout à fait rebelles au port des lunettes, contre lequel ils invoquent deux arguments : leur incommodité et la dépense occasionnée par leur achat. Il faut reconnaître que les lunettes se déforment, se rouillent, se couvrent de buée et gênent le travailleur; les oculistes devraient fixer leur attention sur ces points et créer de bons types de lunettes de travail qui n'excusent pas la répugnance de ceux qui doivent les porter. Il est facile de faire construire des lunettes à très bon marché que l'ouvrier le plus nécessiteux puisse se procurer; de plus, les patrons ont intérêt à fournir gratuitement ces agents de protection à des sujets qu'ils peuvent être appelés à pensionner.

L'incurie est presque toujours en cause plus que les raisons invoquées; en effet, des sociétés charitables ont fait des distributions gratuites de lunettes à des ouvriers qui ne les ont jamais portées ou se sont empressés de les vendre. Il serait nécessaire que les patrons fussent contraints, sous peine d'amende, à exiger le port des lunettes dans les usines et ateliers; que les compagnies d'assurance, dans leurs contrats, refusassent les bénéfices de la convention aux individus traumatisés faute de protection.

Bourgeois (de Reims) conseille de ne pas employer, dans les métiers dangereux pour les yeux, de sujets borgnes ou atteints de vices importants de réfraction.

Dans les usines et ateliers devraient être affichés

des avis clairs et concis indiquant les dangers oculaires, la nécessité d'une extraction rapide et bien faite des corps étrangers, les premiers soins à donner aux blessés, surtout en cas de brûlure par les agents chimiques, et spécialement l'indication de l'endroit, hôpital ou clinique, où l'ouvrier pourra se rendre pour recevoir des soins médicaux éclairés. Les intéressés doivent aussi être avertis des dangers de l'ophtalmie sympathique et de la nécessité d'une surveillance après toute blessure d'un œil.

§ 2. — Traumatismes dus au hasard ou à l'imprudence.

Ceux du premier type sont faciles à imaginer et échappent presque toujours à la prévention; pourtant, avec quelque présence d'esprit, on peut en éviter quelques-uns; l'idée de baisser les glaces d'une voiture, au moment où un choc la menace, a sauvé quelques yeux.

Les accidents de chasse, ceux qui surviennent dans les fêtes publiques, ceux qui atteignent les enfants en maintes circonstances, caractérisent ceux du second type.

L'accident de chasse devient de plus en plus fréquent depuis que se généralisent la pratique de ce sport et l'emploi d'armes perfectionnées à longue portée, tirant des poudres pyroxilées et du plomb durci si favorable aux ricochets.

Les propriétaires de chasses ne sauraient trop recommander la prudence à leurs invités, réprimander ceux qui dirigent le canon de leurs fusils vers leurs voisins ou suivent le gibier avant de presser la gâchette. Ils doivent exiger que les tireurs enlèvent les cartouches entre les battues et pendant les marches stériles. Un chasseur imprudent doit supporter, sans se plaindre, les plus dures leçons. Que dire d'un tireur qui, près des rabatteurs, tire un faisan bas ou un lapin? Dans une chasse bien organisée, un coup de corne spécial devrait avertir les chasseurs de la proximité des rabatteurs, si souvent victimes, et interdire le tir dans la zone dangereuse.

On a proposé plusieurs modèles de lunettes protectrices pour les chasseurs. Elles sont lourdes et encombrantes, et toutes celles que j'ai étudiées sont incapables de résister au choc d'un plomb animé d'une certaine vitesse.

Les ricochets sont aussi dangereux que les coups en plein; aussi, même quand on tire devant ou derrière soi en dehors de la ligne, doit-on se méfier de la terre gelée, d'un tas de pierres, de certaines souches et même de certains arbres, tels que les chênes, qui renvoient le plomb si aisément sur un voisin.

Les lendemains de fêtes publiques, spécialement après le 14 juillet, la Clinique des Quinze-Vingts reçoit la visite de nombreux individus blessés par des explosions de pétards, de pièces d'artifices. Ne peut-on appliquer sévèrement les règlements et prohiber la vente des agents dangereux? Que dire des confetti que l'on continue à autoriser, et qui, à mon su, ont causé la perte de trois yeux, deux par abcès de la cornée (érosion, dacryocystite), un par ophtalmie purulente?

Les traumatismes oculaires sont très fréquents chez les enfants et diminueraient si la vente de certains jouets dangereux était interdite, tels que flèches, sarbacanes, frondes, pétards, fusils à capsule, etc. Certains jeux devraient être réprimés dans les collèges, où les balles lancées violemment, les coups de poing directs amènent de graves accidents. A la maison, l'enfant doit être surveillé et n'avoir à sa disposition ni couteaux, ni ciseaux pointus, ni aiguilles à coudre ou à tricoter, si souvent coupables de la perte d'un œil, due aussi, dans nombre de cas, à des perforations par les plumes à écrire.

§ 3. — Soins médicaux.

Leur importance est extrême, en cas de traumatisme, et tous les médecins, spécialement les médecins d'usines et d'ateliers, devraient être à même de les donner, tout au moins être en état d'enlever, sans dégâts, les corps étrangers de la cornée. C'est aux médecins aussi à aviser les malades porteurs de vieilles affections lacrymales, de dacryocystites, des dangers de suppuration de l'œil auxquels ils seraient exposés, au moindre traumatisme, en conservant ces maladies. C'est à eux d'avertir les blessés de la possibilité de l'ophtalmie sympathique, du rôle préventif de l'énucléation qui en empêche si souvent l'éclosion. C'est à eux surtout de bien soigner leur blessé, de faire aussitôt après l'accident une rigoureuse antisepsie, d'être très sobres d'opérations sur des yeux traumatisés, s'ils veulent éviter cette terrible éventualité à laquelle échappent presque toujours les patients qui ont reçu des soins hâtifs et intelligents.

VII. — Moyens généraux de prophylaxie.

Si du particulier je m'élève au général, il ne me reste plus qu'à résumer les moyens qui peuvent prévenir la cécité et qu'on peut diviser en moyens sociaux, législatifs et médicaux.

§ 1. — Moyens sociaux.

Malgré le scepticisme de plusieurs, je crois à l'utilité des avis donnés au public, qui s'intéresse de plus en plus aux questions d'hygiène, et je pense que des circulaires, des conférences, des brochures

bien faites et ne mentionnant jamais un moyen quelconque de traitement, peuvent avoir la plus heureuse influence pour la prophylaxie des maladies oculaires.

Je n'en veux comme preuves que l'agitation qui se répand de plus en plus à propos de l'alcoolisme, de la syphilis et de la tuberculose. Le Dr Jacquet n'a-t-il pas fait acclamer la suppression des bouilleurs de cru en Normandie, à Rouen, à la suite d'une habile conférence? J'irais même jusqu'à conseiller des procédés de véritable réclame, des timbres affiches, des insertions sur les calendriers, dans les almanachs. Des notes dans le genre de celles-ci seraient-elles mal venues : « L'ophtalmie des nouveau-nés est très dangereuse ». « L'œil myope est un œil dangereux ». « La syphilis et l'alcool font perdre la vue. »

On pourrait encore donner des notions d'hygiène oculaire aux instituteurs, dans les Écoles normales, en les chargeant de les transmettre sous forme concise aux enfants dont ils ont la charge.

Les avertissements aux Pouvoirs publics sont rarement efficaces, mais les Sociétés d'Ophtalmologie ne s'honoreraient-elles pas en cherchant à se faire entendre?

Éviter l'encombrement des logements, créer des habitations ouvrières saines, répandre la valeur des lois hygiéniques à la ville et à la campagne, construire des écoles et des ateliers bien aérés et bien éclairés, relever par tous les moyens le bien-être et l'état moral des classes pauvres, ne serait-ce pas concourir efficacement au but proposé?

§ 2. — Moyens législatifs.

Souvent infidèles sont les lois et règlements; tout dépend de la manière dont ils sont appliqués. Néanmoins, quelques-uns auraient dans l'espèce une réelle valeur : par exemple l'inscription sur le bulletin de naissance d'un avis concernant l'ophtalmie purulente, l'obligation pour les sages-femmes de déclarer ladite ophtalmie et de conduire l'enfant à un médecin, des pénalités frappant les sages-femmes rebelles, la désinfection des locaux habités par des groupes de granuleux; sans parler des lois visant la propagation des maladies contagieuses, de celles dirigées contre la syphilis, l'alcoolisme, et des règlements sur le port des lunettes de travail, points sur lesquels j'ai suffisamment insisté par ailleurs. Comme le réclame le Dr Fouchard (du Mans), il faudrait poursuivre les guérisseurs de campagne et tenir la main à ce que la loi Roussel fût strictement appliquée. Les Compagnies de chemins de fer ne devraient-elles pas être obligées d'avoir un ophtalmologiste attaché à leurs services médicaux?

Que dire de l'utilité des poursuites à diriger contre les divers charlatans qui soignent les maladies des yeux, contre les pharmaciens qui distribuent si aisément les collyres dans leurs officines?

§ 3. — Moyens médicaux.

L'instruction ophtalmologique des médecins est notoirement insuffisante, et il n'est pas de jour où nous ne voyions survenir des cécités par la faute même du médecin traitant. Combien d'enfants privés de la vue à la suite d'ophtalmies purulentes mal soignées, combien de sujets aveugles par des glaucomes pris pour des iritis et abreuvés d'atropine! Il faut avoir le courage d'insister sur cette situation, à laquelle remédieraient un stage obligatoire pour les étudiants dans un Service d'Ophtalmologie, une instruction pratique à eux donnée et des interrogations aux examens sur les matières qui nous occupent. On embrasse aussi trop aisément la spécialité ophtalmologique; tous les oculistes ne sont pas dignes de ce nom; n'y aurait-il pas quelques mesures de garantie à prendre qui permissent l'affirmation de la compétence?

On a pu voir, par nos statistiques, que partout où les malades trouvent des soins médicaux à leur portée, la cécité tend à diminuer; il est aisé de conclure de cette constatation qu'un des meilleurs moyens de prévention consiste dans la multiplication des hôpitaux ophtalmologiques. Dans toutes les grandes villes, il devrait exister une ou plusieurs cliniques ophtalmologiques recevant les malades de la ville et des départements limitrophes. Ces cliniques seraient aidées, à la ville par des dispensaires de quartier évitant aux malades de longues courses et ouvrant aux heures commodes pour les travailleurs, à la campagne par des consultations données dans les principaux chefs-lieux, dans les petites villes par un service spécial annexé aux hôpitaux existants. Ainsi serait créé un vaste réseau d'assistance qui donnerait de rapides secours aux malades et permettrait aux ophtalmologistes éloignés des grands centres une pratique suffisante pour entretenir et améliorer leur instruction au plus grand bénéfice des patients.

Cette grande étude de la cécité n'est-elle pas digne de passionner les chercheurs, surtout qu'il est aisé d'entrevoir des solutions suffisantes? Ne voyons-nous pas, sous l'influence des progrès de la science, s'atténuer ou disparaître des affections autrefois redoutables, telles que la conjonctivite granuleuse, l'ophtalmie sympathique? Grâce à une prophylaxie bien comprise, la France ne compterait plus bientôt qu'un petit nombre d'aveugles, et ce serait pour elle, parmi les nations, un beau titre de gloire.

Dr A. Trousseau,
Médecin de la Clinique nationale des Quinze-Vingts.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Messerschmitt (Professeur J. B.), *Conservateur de l'Observatoire de Magnétisme terrestre et de la Station sismologique de Münich.* — **Die Schwerebestimmung an der Erdoberfläche** (La détermination de la Pesanteur a la surface de la Terre). — 1 *vol. in-8°*, de 158 *pages.* (*Prix* : 6 *fr.* 25.) *Vieweg und Sohn, éditeurs, Braunschweig*, 1909.

L'ouvrage dont le Professeur J. B. Messerschmitt vient d'enrichir la littérature géodésique allemande présente, sous une forme concise, un aperçu complet et très documenté des questions relatives à la Pesanteur. Écrit par un savant dont la compétence est universellement reconnue, il renferme l'exposé des plus récents travaux. On n'ignore pas combien, dans ces dernières années, le champ des investigations en la matière s'est élargi, par l'invention de méthodes et appareils nouveaux pour l'étude de la pesanteur sur mer, pour la détermination des plus faibles variations de g ainsi que de la courbure du géoïde. Le livre de M. Messerschmitt vient donc à son heure ; le géodésien de profession le consultera pour orienter ses recherches, et il lui servira d'introduction aux savants Mémoires de Helmert, Defforges, Sterneck, Hecker, Eötvös, Brillouin et autres, pour ne parler que des modernes. Le voyageur désireux de procéder à des observations de pesanteur, trop souvent bien peu au courant de l'ensemble de la question, étudiera avec soin cet ouvrage avant son départ, afin que sa compétence ne soit pas inférieure à sa bonne volonté.

Les cinq premiers chapitres sont consacrés aux définitions, aux lois de la chute des corps, à l'attraction universelle, à la théorie du pendule (simple et composé). L'auteur expose ensuite les méthodes basées sur l'emploi du pendule qui permettent les déterminations soit absolues, soit relatives de g ; il étudie en détail les instruments correspondants. Pour les pendules relatifs, sa préférence va naturellement à l'appareil Sterneck ; nous aurions, si l'espace ne nous était mesuré, quelques réserves à faire pour défendre, comme il le mérite, le pendule Defforges employé au Service géographique de l'Armée. M. Messerschmitt consacre quelques pages à la nouvelle méthode hypsobarométrique dont M. Hecker a fait, dans l'Atlantique et le Pacifique, de si intéressantes applications.

Les trois chapitres suivants traitent de la réduction au niveau de la mer des pesanteurs observées, de la pesanteur sur le sphéroïde normal et de la répartition de la pesanteur à la surface de la Terre, sujets qui, à notre avis, présentent des difficultés considérables d'exposition. Renfermer dans une vingtaine de pages un exposé bref, mais clair et complet, de l'ensemble des théories dynamiques qui ont pris à l'heure actuelle un si grand développement en Géodésie, est une tâche ardue. Il n'existe pas, croyons-nous, d'ouvrage français où cette synthèse résumée ait été tentée. En Allemagne, la question est presque toujours envisagée au même point de vue, qui est celui d'Helmert dans son admirable ouvrage « Die physikalischen Theorieen der höheren Geodäsie », traité qui, malheureusement, date déjà de vingt-cinq ans. Nous eussions aimé que M. Messerschmitt, en élargissant un peu son cadre, donnât au lecteur plus d'idées générales, qu'il fît entrevoir notamment l'extrême difficulté de la définition du géoïde, la multiplicité des définitions qui en ont été données. Certes, ses indications bibliographiques ne sauraient avoir la prétention de remplacer les bibliographies de Herschell, Wolf, Börsch ou Gore. Il est néanmoins regrettable qu'elles ne fassent aucune mention de quelques-uns des travaux récents et originaux en la matière que nous devons à MM. Callandreau, Hamy, Tisserand, Brillouin et surtout Poincaré. Nous regrettons aussi l'absence d'un tableau numérique qui aurait fourni les intensités de la pesanteur aux principales stations de pendule du globe.

M. Messerschmitt termine par quelques brèves notions sur les méthodes, récentes pour la plupart, qui permettent de déterminer les variations de la pesanteur dans le temps et l'espace ou les variations de la courbure du géoïde.

Les quelques critiques ci-dessus émises ne sauraient atténuer en rien tout le bien que nous pensons de son livre. Il est à désirer que nos géodésiens français comprennent l'intérêt que présentent de pareilles « monographies » sur des sujets spéciaux, et tentent d'en écrire à leur tour. A notre époque, en Géodésie, comme depuis longtemps dans tant d'autres sciences, la variété des questions devient telle que la spécialisation des connaissances s'impose de plus en plus. La Pesanteur, qui remplissait seulement un chapitre de Puissant ou de Francœur, devient l'objet d'un Traité élémentaire entier, comme celui qui nous occupe, dont le développement pourrait sûrement, sinon aisément, fournir la matière de plusieurs volumes.

Lt-Colonel Bourgeois,
Chef de la Section de Géodésie
au Service géographique de l'Armée.

Piarron de Mondésir (L.), *Lieutenant-Colonel du Génie, breveté, Professeur à l'Ecole supérieure de Guerre.* — **Fortification cuirassée**;

Paloque (Lieutenant-Colonel J.), *Professeur à l'Ecole supérieure de Guerre.* — **Artillerie de campagne**; 2 *volumes de l'Encyclopédie scientifique publiée sous la direction du* Dr Toulouse. (Chaque volume : 5 fr.) *O. Doin, éditeur, Paris*, 1909.

Ces deux volumes, très correctement écrits, sont, en quelque sorte, la paraphrase du Cours que les auteurs professent à l'Ecole supérieure de Guerre. Ils sont parfaitement rédigés pour préparer à la lecture des ouvrages plus techniques dont l'étude est nécessaire au spécialiste.

2° Sciences physiques

Brunhes (Bernard), *Directeur de l'Observatoire du Puy-de-Dôme.* — **La Dégradation de l'Energie.** — 1 *vol. de la Bibliothèque de Philosophie scientifique.* (*Prix* : 3 *fr.* 50.) *Flammarion, éditeur. Paris*, 1909.

Depuis une douzaine d'années, M. Brunhes s'occupe du deuxième principe de la Thermodynamique et lutte de tout son pouvoir contre les idées fausses que bien des gens se font à ce sujet. Le livre dont nous rendons compte aujourd'hui est le résumé de ses idées, mises en langage ordinaire, sans aucun appareil mathématique; la lecture en est extrêmement attachante pour ceux qui sont au courant de la question, car il abonde en aperçus nouveaux et souvent très originaux; je ne sais si l'intelligence en sera facile pour ceux qui n'ont pas déjà une base solide d'instruction scientifique. C'est que l'auteur s'est souvent élevé dans les régions les plus délicates de la science, et lui-même s'en rend compte, car, à la fin de son livre, il souhaite voir un vulgarisateur faire pour le principe de la dégradation de l'énergie ce que Tyndall et Dumas ont

fait pour le principe de la conservation. Ce que M. Brunhes nous apporte, ce n'est pas un ouvrage de vulgarisation, c'est une discussion d'ensemble de la question, un examen de celle-ci sous toutes ses faces, où l'on sent l'homme qui a puisé aux sources mêmes, et qui nous donne le fruit de longues réflexions. C'est le premier échelon sur lequel les vulgarisateurs véritables feront bien de s'appuyer solidement pour répandre dans le grand public la bonne parole; c'est également un plan qui sera de la plus grande utilité à ceux qui voudront entrer à fond dans l'étude de la Thermodynamique.

Le principe de la conservation de l'énergie n'a pas été toujours parfaitement compris, et, au moins dans le grand public, l'idée que l'énergie utilisable se conserve est assez répandu. M. Brunhes expose, en passant en revue tous les exemples particuliers, que les énergies supérieures chimique, électrique, mécanique peuvent se transformer toujours intégralement l'une en l'autre et en chaleur, mais que la chaleur est une énergie de déchet dont la transformation intégrale ne serait possible, d'après le principe de Carnot, que si l'on disposait d'une source au zéro absolu, ce qui est irréalisable. D'ailleurs, les réactions des corps les uns sur les autres, indispensables pour la mise en œuvre d'une énergie quelconque, impliquent des phénomènes analogues au frottement, qui finissent toujours par dégrader en chaleur les énergies supérieures, en imposant aux transformations un coefficient de rendement. Les transformations ultérieures de chaleur en énergie utile amènent une égalisation de température dont le terme final sera la mort de l'Univers. Ces idées sont bien courantes, mais M. Brunhes a su les étudier sous toutes leurs faces. Nous ne pouvons ici faire un résumé de ce livre, qui est lui-même un résumé de presque toute la Physique moderne ; indiquons seulement les excellents chapitres où il est traité de la radiation, du corps noir, de la pression de radiation, des chaleurs latentes, des phénomènes électriques, des tourbillons, de l'énergie intra-atomique, du principe du travail maximum de Berthelot. Ce dernier principe, M. Brunhes le discute avec une haute impartialité et il montre comment les critiques qu'il a suggérées sont plutôt des querelles de mots que des critiques fondamentales.

Mais l'auteur ne reste pas cantonné uniquement dans les phénomènes physiques et chimiques. Il donne un excellent exposé de la Thermodynamique du muscle, et étudie le rôle de l'industrie dans la dégradation finale de l'énergie solaire; la conclusion, assez inattendue, c'est que les phénomènes physiologiques ont essentiellement pour résultat de retarder cette dégradation, et que l'industrie humaine n'a pas d'autre but. Etre vivant et industrie humaine ne font donc qu'arrêter un instant, en en tirant profit, la chute incessante du monde vers l'uniformité stérile. L'auteur en profite pour montrer que les lois devraient limiter le droit à l'abus de l'énergie solaire, et il cite comme exemple le déboisement, qui amène d'une manière indirecte à une véritable dilapidation de cette énergie. Voilà de haute théorie qui nous amène à de bonne pratique.

La seconde partie du livre est beaucoup moins précise. M. Brunhes nous fait suivre, en effet, l'évolution des idées philosophiques depuis Descartes jusqu'à Ostwald et jusqu'à la théorie électromagnétique de la matière. Tant qu'il s'en tient aux idées des physiciens, ce qu'il dit est du plus haut intérêt, mais il lui arrive parfois de se laisser envahir par des doctrines de pure philosophie ; il est vrai qu'il en montre l'inanité, mais cela alourdit un peu cet excellent livre.

Retenons, parmi les spéculations scientifiques exposées par M. Brunhes, celle de Boltzmann sur la genèse des mondes. La théorie cinétique nous fait concevoir l'égalité de température comme une égalité statistique, la force vive différente des diverses molécules pouvant amener des différences de températures pour des espaces infiniment petits. Dans cette étendue, il y aura alors, pendant un temps infiniment court, de l'énergie utilisable. Peut-être notre Univers est-il un accident infiniment petit d'un gaz d'étendue infinie, et ce que Boltzmann appelle une « ère éternelle », c'est-à-dire la durée d'un univers, est-elle un infiniment petit par rapport aux temps que l'on doit considérer pour l'étude des phénomènes de l'univers généralisé. Faut-il le suivre jusqu'au bout quand il dit que ce que nous appelons l'avenir est le temps que nous indique l'échéance fatale de la fin de l'énergie utilisable, et qu'alors pour l'être existant dans l'univers en formation, au moment où se fait positivement la perturbation infiniment petite dont la durée constitue une « ère éternelle », le passé et l'avenir s'intervertissent!

Nous ne pouvons ici discuter cet évangile scientifique ; espérons que nous en aurons assez dit pour inciter nos lecteurs à lire ce livre, qui leur demandera peut-être un effort, mais un effort fructueux.

André Broca,
Professeur agrégé à la Faculté de Médecine

Nicolardot (P.), *Capitaine d'Artillerie, Chef du Laboratoire de Chimie de la Section technique.* — **Industrie des Métaux secondaires et des Terres rares.** — 1 *vol. in*-18 *de l'Encyclopédie scientifique.* (*Prix* : 5 *fr.*) *O. Doin, éditeur. Paris*, 1909.

Dans son *Industrie des Métaux secondaires et des Terres rares*, M. Nicolardot étudie le tungstène, le molybdène, le vanadium, le titane, l'uranium, le thorium, le cérium, le tantale, le niobium et l'osmium, c'est-à-dire les métaux qui constituent actuellement la partie vivante de la Chimie minérale et sur lesquels les efforts des chimistes se sont concentrés dans ces dernières années. Evidemment, le seul examen du côté par lequel ces éléments se rattachent à l'industrie ne permettait pas d'écrire un volume de 400 pages; mais l'auteur y a joint fort judicieusement une étude monographique de chacun de ces métaux, qui contient à la fois leur histoire, celle de leurs minerais, de leurs gisements et de leurs traitements, l'exposé des propriétés physiques et chimiques, leur étude analytique qualitative et quantitative. Une innovation intéressante, et que je voudrais voir se généraliser, c'est l'indication de la valeur marchande de tous ces produits. Toutes les fois qu'il s'agit d'application industrielle, le coût de la matière première est le premier facteur à envisager. Depuis longtemps, j'ai pris moi-même l'habitude, dans l'enseignement élémentaire de la Chimie, de donner le prix courant des métaux d'une application constante comme le fer, le cuivre, le plomb, l'étain, l'aluminium, car il est impossible de bien comprendre les applications relatives des divers métaux si l'on ne met pas leur valeur marchande en présence de leurs propriétés physiques et chimiques.

Ce qui frappe également dans l'ouvrage de M. Nicolardot, c'est son originalité. J'ai lu avec beaucoup de plaisir ses études historiques; elles n'ont rien de commun avec ces historiques que les auteurs se transmettent d'un ouvrage à l'autre. M. Nicolardot a parcouru lui-même tous les Mémoires cités et il sait communiquer au lecteur l'intérêt et le plaisir qu'il y a trouvés. C'est d'ailleurs au cours de ces recherches historiques que l'auteur proposa de substituer, par un sentiment de justice, le nom de colombium à celui de niobium, par lequel on désigne généralement en Europe le compagnon du tantale.

Les applications des métaux secondaires s'étendent surtout dans deux domaines, celui de la Métallurgie et celui de l'Eclairage par incandescence, soit par le gaz, soit par l'électricité. Dès maintenant, le tungstène, le molybdène, le vanadium interviennent régulièrement dans la préparation d'aciers spéciaux intéressants; le rôle de l'uranium, du titane et du tantale dans les aciers n'est pas encore bien établi, malgré les recherches importantes effectuées sur le titane par M. Rossi, un Américain ancien élève de notre Ecole centrale. Avec

le tantale quelques essais auraient été négatifs, mais je crois qu'il faut attendre des études plus étendues pour se prononcer. En tout cas, les belles recherches de la Société Siemens, exécutées par von Bolton, et qui constituent certainement l'un des plus beaux travaux de Chimie minérale de ces derniers temps, nous ont révélé toutes les propriétés du tantale inconnues jusqu'ici, et ont montré en particulier dans ce métal carburé un corps doué d'une dureté remarquable, et surtout dans le métal lui-même une résistance à la rupture considérable, jointe à un allongement extraordinaire, autrement dit un métal qui possède les propriétés des aciers-nickel en les exagérant.

L'auteur a montré et indiqué le rôle des oxydes de thorium, cérium, zirconium, yttrium, dans la fabrication des manchons; de l'osmium, du molybdène, du tungstène, dans la fabrication des filaments pour lampe électrique; il donne tous les renseignements pratiques pour les diverses manipulations de ces substances.

En résumé, je ne saurais trop recommander la lecture de l'ouvrage de M. Nicolardot; les chimistes qui connaissent ces questions y retrouveront groupés les nombreux faits nouveaux répandus dans les divers périodiques de ces dernières années; ceux qui les ignorent pourront, en peu de temps, se mettre au courant de cette partie toute neuve de la Chimie minérale; enfin, tous les esprits curieux de connaître les récents progrès de notre science verront la part prise par la Chimie dans certains progrès de la Métallurgie et de l'Eclairage.

C. Matignon,
Professeur au Collège de France.

Nagel (Oscar), *Docteur ès Sciences, Ingénieur-chimiste conseil.* — **The Mechanical Appliances of the Chemical and Metallurgical Industries** (Les dispositifs mécaniques des industries chimiques et métallurgiques). — 1 *vol. in*-8° *de* 307 *pages avec* 292 *figures.* (*Prix* : 10 fr.) *Chez l'auteur, P.-O. Box* 385, *New-York*, 1909.

L'industrie chimique se trouve appelée à résoudre, à côté des questions purement chimiques, un grand nombre de problèmes qui ressortent à l'art de l'ingénieur. De grandes usines chimiques auraient intérêt à avoir un département de mécanique, et même de petites fabriques emploieraient (et emploient quelquefois) avec avantage un ingénieur-mécanicien. L'édification des bâtiments, la production de l'énergie, la construction des appareils où se passent les réactions, leur chauffage, etc., sont des questions de première importance pour l'industriel.

Ces considérations ne sont pas nouvelles pour les chimistes, mais elles ressortent peut-être encore avec plus d'évidence de l'ouvrage que M. Nagel vient de consacrer aux dispositifs mécaniques des industries chimiques et métallurgiques. Après quelques considérations générales sur les joints et les soupapes, l'auteur étudie successivement la production de l'énergie (par la vapeur d'eau, le gaz ou l'essence, et l'électricité), puis le transport des solides, des liquides et des gaz, la mouture, le mélange, le chauffage et les fours, les appareils de séparation (filtres, presses, etc.), la purification des gaz, l'évaporation, la distillation, la concentration et le séchage.

A propos de chacune de ces opérations, M. Nagel décrit les types de machines les plus importants qui sont employés pour l'exécuter. On peut regretter que l'auteur, qui exerce à New-York, se soit borné presque exclusivement à citer des machines de construction américaine, ce qui diminue l'intérêt immédiat de son ouvrage pour les chimistes européens; mais, d'autre part, ceux-ci pourront trouver, dans cette revue d'appareils dont beaucoup de détails seront nouveaux pour eux, de suggestives indications pour leur pratique personnelle.

L. B.

3° Sciences naturelles

Joly (Henry), *Docteur ès Sciences, Chargé du Cours de Géologie de la Lorraine à l'Université de Nancy.* — **Le Jurassique inférieur et moyen de la bordure Nord-Est du bassin de Paris.** *Thèse soutenue devant la Faculté des Sciences de l'Université de Nancy.* — *In*-4°, 468 *pages*, 44 *figures*, 13 *photographies*, 12 *planches. Barbier, éditeur. Nancy*, 1909.

La région que s'est proposé d'étudier M. Joly est la région comprise entre le massif ardennais au nord et à l'est, les Vosges au sud.

Elle a déjà donné lieu, tant au point de vue stratigraphique qu'au point de vue paléontologique, à de nombreux ouvrages : la liste bibliographique par laquelle débute ce Mémoire ne comporte pas moins de 568 références. Dans l'historique qui fait suite à cette liste bibliographique, l'auteur n'étudie que les travaux principaux, qu'il classe sous deux rubriques : les ouvrages de science pure et ceux de Géologie appliquée. Il arrive à cette conclusion qu'il était utile de faire un travail stratigraphique d'ensemble, un travail de Paléontologie descriptive et stratigraphique, et enfin, — ce que MM. Gosselet et Jacquot n'avaient fait qu'esquisser, — un travail d'ensemble sur la tectonique actuelle de la région et l'histoire de cette tectonique.

La première partie : *Esquisse générale de la région étudiée et géographie physique*, bien que placée au début de l'ouvrage, est, en réalité, une véritable synthèse dont la place, semble-t-il, eût été peut-être mieux indiquée à la suite de l'étude stratigraphique et tectonique; l'auteur aurait évité ainsi quelques redites et aurait mieux mis en évidence la part qui lui revient dans la distribution des facies et la tectonique de la région entre Ardennes et Vosges. Ce sera certainement le chapitre qui sera le plus lu de tout le travail, car il intéressera à la fois les géologues, par son esquisse stratigraphique et sa tectonique sommaire où l'histoire tectonique du golfe du Luxembourg est admirablement présentée, et les géographes, par l'essai de Géographie physique générale où l'auteur montre les relations qui existent entre la géologie, l'orographie et l'hydrographie d'une région. M. Joly distingue du sud au nord (pl. I) les régions naturelles suivantes :

Les Vosges cristallines;

Les Vosges gréseuses;

La région sous-vosgienne ou *triasique*, dont la limite occidentale seule intéresse le travail que nous analysons;

La région liasique marneuse;

La région liasique gréseuse, ou région des *Grès du Luxembourg*, au nord de la précédente;

Puis, de l'est à l'ouest, *la région des collines bajociennes* entre Nancy et Metz, qui établit en quelque sorte le passage avec :

La région des Plateaux (Plateau calcaire de la Haye, plateau calcaire de Briey);

La région de la Woèvre au pied des côtes de Meuse.

Chacune de ces régions est étudiée et caractérisée par une description sommaire et aussi par de magnifiques similigravures, reproductions de photographies de l'auteur, qui n'ont qu'un défaut, à notre avis : c'est d'être disposées un peu sans ordre dans tout le corps de l'ouvrage; nous nous contenterons, par exemple, de citer une très belle vue de la région des Plateaux qui se trouve au milieu du chapitre du Lias moyen.

Les géographes reprocheront peut-être aussi à M. Joly d'appeler *terrasses* les reliefs dus à la présence d'une couche dure, alors que le terme *cuesta* ou *côte* est entré déjà depuis longtemps dans le langage géographique pour désigner cette structure en gradins; par contre, ils le féliciteront de ses coupes et de sa planche II, où le réseau hydrographique de la Moselle nous est présenté d'une façon très heureuse par les profils longitudinaux des différents cours d'eau et la nature géologique de leurs lits.

Dans la deuxième partie, intitulée *Stratigraphie*, l'auteur étudie successivement le Rhétien, l'Hettangien, le Sinémurien, le Charmouthien, le Toarcien, le Bajocien et le Bathonien. Pour chacun des étages, à côté de l'historique complet, se trouvent une description stratigraphique détaillée des coupes superficielles et des sondages profonds effectués dans la région, la liste des fossiles recueillis dans les différentes zones distinguées et les différents faciès. Des tableaux résument à la fin de chaque chapitre la répartition des diverses zones. L'Aalenien est considéré, au moins dans ces tableaux, comme un étage distinct, malgré la lacune importante que l'on observe au milieu de l'Aalenien dans une grande partie de la Lorraine. Le gisement du minerai de fer sédimentaire, dont on connaît l'importance dans l'Est, est étudié par M. Joly d'une façon spéciale; l'auteur, après avoir passé en revue les diverses théories émises au sujet de l'origine de ce minerai, penche pour la formation autochtone : le fer aurait été amené par des émissions thermales, celles-ci l'auraient emprunté aux micas des roches anciennes et aux grès vosgiens.

La troisième partie : *Tectonique*, pour laquelle l'auteur était particulièrement bien documenté, offre le plus grand intérêt à beaucoup de points de vue différents : la carte de l'extension des mers secondaires dans l'est du bassin de Paris (pl. IV), les coupes schématiques du détroit franco-germain depuis l'époque coblentzienne jusqu'à l'époque actuelle (pl. V), la carte de la surface de la pénéplaine ardennaise telle qu'elle semble être actuellement en profondeur (pl. VI), enfin le modelé actuel des couches jurassiques rapporté à l'une d'elles, le Rhétien (pl. VII et VIII qui reproduisent à une plus grande échelle, et avec des compléments importants, une carte déjà publiée en 1906 par MM. Nicklès et Joly), sont des documents de haute valeur qui — selon le vœu exprimé modestement par l'auteur à la fin de cette partie — seront de quelque utilité pour prévoir, en particulier, la répartition du Houiller et son allure dans les gisements de Meurthe-et-Moselle.

M. Joly nous montre ainsi que la région d'entre Ardennes et Vosges doit être envisagée comme un vaste géosynclinal, subdivisé par l'anticlinal du Hundsrück en deux : au nord, le synclinal du Luxembourg; au sud, le géosynclinal de Sarrebrück-Sarreguemines, présentant en son axe l'anticlinal houiller de Sarrebrück avec, au sud, le grand bassin de Sarreguemines qui s'étend largement jusqu'aux Vosges.

Au Coblentzien, un premier ridement a amené l'émersion du sud de l'Ardenne et du Hundsrück. A l'époque houillère, les ridements coblentziens se répètent, le bassin de Sarrebrück s'affaisse, le synclinal du Luxembourg s'ébauche et le Houiller se dépose au sud. A l'époque autunienne, après l'émersion partielle de l'anticlinal de Sarrebrück, l'effondrement du bassin de Trèves et le dépôt du Permien inférieur et moyen avec nombreuses éruptions mélaphyriques dans le bassin de Trèves, de Lebach-Wadern-Metz, de Sarreguemines et dans la fosse de Saint-Dié au nord des Vosges, de nombreux ridements hercyniens se produisent, puis le Permien supérieur. La pénéplaine, ardennaise ébauchée depuis le Coblentzien, s'achève avant la grande transgression triasique.

Aux époques jurassique et crétacée, dépôt lent en transgression du sud au nord des terrains jurassiques et crétacés et plissements posthumes qui vont se continuer pendant l'époque tertiaire.

Tous ces phénomènes ont eu pour résultat l'allure en dômes et en cuvettes des terrains secondaires, la présence de failles de direction hercynienne, limitant des alignements hercyniens anticlinaux de dômes et synclinaux de cuvettes. La région d'entre Ardennes et Vosges comprend ainsi, au point de vue des accidents tectoniques, des terrains secondaires, orientés N.E.-S.W. et coupés par des accidents N.W.-S.E. :

1° La région s'étendant de l'Ardenne à la faille de Metz avec, comme traits saillants, le synclinal de Longwy et l'anticlinal Sierck-Briey;

2° La région s'étendant de la faille de Metz à la faille de Nomény, avec la région saillante de l'anticlinal principal lorrain : Remilly-Solgne-Eply-Atton-Martincourt, qui doit correspondre à une surélévation des terrains primaires;

3° La région s'étendant de la faille de Nomény à la faille de Mézerulles, bordée au nord par une ligne anticlinale passant par Vulmont et Abaucourt;

4° La région saliférienne des grandes cuvettes et dômes;

5° La région sous-vosgienne triasique, avec la fosse permienne de Lunéville et Saint-Dié.

Au point de vue paléontologique, M. H. Joly nous donne une liste critique des espèces du Rhétien et de l'Hettangien, d'après les travaux anciens et d'après ses études personnelles dans les collections de la Faculté des Sciences de Nancy, du Musée royal de Bruxelles et dans les collections particulières.

Le Rhétien (50 espèces) possède à la fois une faune spéciale et des genres surtout liasiques, et doit se rattacher au Lias.

L'Hettangien a fourni 372 espèces, dont 9 seulement spéciales à la zone inférieure à *Psiloceras planorbis*. L'influence du faciès sableux se manifeste par la rareté des Céphalopodes, l'abondance des Gastéropodes et des Lamellibranches de forme allongée. La faune, comme le montre le tableau de la répartition des espèces fossiles, se compose d'une série de faunes locales en relation intime avec les faciès locaux et spéciaux et avec la tectonique; elle a un caractère littoral presque partout, sauf en Meurthe-et-Moselle, où elle semble indiquer, avec une augmentation du calcaire dans les dépôts, un approfondissement progressif de la mer.

Il est difficile de résumer en quelques pages une œuvre aussi importante que celle que M. H. Joly vient de mener à bonne fin, et qu'il a présentée comme thèse de doctorat près la Faculté des Sciences de Nancy; les quelques critiques de détail que nous avons faites n'enlèvent rien à la valeur de cette thèse, qui fait grandement honneur à l'école géologique de Nancy, et qu'il sera indispensable de consulter pour la connaissance de la région jurassique d'entre Ardennes et Vosges.

H. Douxami,
Professeur adjoint de Géologie et de Minéralogie à l'Université de Lille.

4° Sciences médicales

Marie ((Dr A.). — **La Pellagre**, *avec une préface de M. le Professeur Lombroso.* — 1 *vol. in*-16 *de* 250 *pages.* (*Prix* : 4 *fr.*) *Giard et Brière, éditeurs. Paris*, 1909.

La Pellagre est peu connue en France. Le public l'ignore, et peu nombreux sont les médecins qui s'y intéressent. La raison en est bien simple : cette maladie, due à une intoxication par le maïs avarié, ne sévit que dans certains pays, comme l'Italie, la Roumanie, la Grèce, la Tunisie, l'Égypte, dans lesquels le maïs forme la base de l'alimentation des ouvriers et des paysans.

M. Marie, dont le livre s'adresse aussi bien aux médecins qu'au grand public, nous fait connaître tout d'abord l'étendue de ce fléau, dont les ravages offrent, au point de vue social, une certaine analogie avec ceux de la tuberculose. Il expose ensuite, dans une série de chapitres, les travaux qui ont abouti à cette conclusion que la Pellagre, constituée cliniquement par des lésions cutanées, par des désordres gastro-intestinaux et des troubles nerveux et psychiques, est due à une intoxication chronique par le maïs avarié. Dans celui-ci, on trouve des microbes très variés; sous leur influence, il se forme, dans la graine de la plante, des poisons qui réalisent cliniquement chez l'homme, expérimentalement chez les animaux, les symptômes et les lésions de la Pellagre.

A côté du traitement médical de cette affection, il y a encore, et surtout, la prophylaxie générale. L'humidité jouant le rôle principal dans la décomposition du maïs, il est indiqué de modifier les conditions de la culture et du mode de conservation de cette céréale.

Dr R. Romme.

5° Sciences diverses

Astier (P.), *Député de l'Ardèche, Rapporteur du Projet de loi sur l'Enseignement technique*, et **Cuminal** (I.), *Conseiller général de l'Ardèche, Sous-Chef de Bureau à la Préfecture de la Seine.* — **L'Enseignement technique industriel et commercial en France et à l'Etranger.** — 1 *vol. in-8° de 500 pages.* (*Prix* : 7 *fr.* 50.) *Georges Roustan, éditeur. Paris*, 1909.

S'il est une question passionnante au premier chef pour un grand pays, c'est celle de la forme, du degré et de la nature de l'instruction à donner à ses enfants.

Intimement liée au développement de l'activité nationale, cette question est, d'ailleurs, à l'ordre du jour dans tous les milieux, dans toutes les réunions et dans tous les Congrès qui, en France et aussi à l'Etranger, s'occupent de l'enseignement, universitaire ou technique. De son côté, la littérature s'en est également emparée, et nombreux sont les maîtres et les écrivains qui en ont fait l'objet de leurs dissertations et de leurs écrits.

Au nombre des ouvrages qui sont éclos sous la poussée de ces préoccupations, il convient de citer, en toute première ligne, le volume que viennent de publier MM. Astier et Cuminal. Collaboration des plus heureuses, car, si l'un des auteurs a eu le loisir de méditer dans le recueillement du cabinet sur les nombreux documents et statistiques qu'il a eus à sa disposition, l'autre, par son intelligence et sa pratique des affaires, par ses nombreux voyages d'études dans les divers pays, et aussi par sa situation au Parlement, a pu parler de choses vues et vécues au cours de sa brillante carrière industrielle et commerciale.

En France, il est rare qu'un commerçant, qu'un agriculteur ou un industriel s'avise d'écrire sur des questions d'enseignement. Homme d'action avant tout, et uniquement occupé de son affaire, il prend ses collaborateurs où il les trouve, les essaie et les garde quand ils lui donnent satisfaction, ou s'en sépare s'ils ne répondent pas à ce qu'il leur demande; il continue ses tentatives jusqu'au jour où il en rencontre qui ont les connaissances requises, ainsi que les qualités nécessaires pour s'adapter au milieu auquel ils sont destinés. Sans doute, à pratiquer souvent ses choix, il se rendra rapidement compte, s'il est observateur, des imperfections ou des lacunes qui, à son point de vue, existent dans l'enseignement des Ecoles qui fournissent habituellement ses collaborateurs

Il fera même part à ses amis des réflexions que lui suggèrent ses succès et ses déboires, mais il se gardera bien d'en écrire. Il s'en rapportera entièrement à la Providence *Etat* pour les changements ou les améliorations à introduire dans l'organisation et les programmes de l'Enseignement.

Or, l'Etat, en l'occurrence, est représenté par des fonctionnaires, en général fort distingués, ayant le souci des choses bien ordonnées et de l'uniformité, mais, pour la plupart, étrangers à tout sentiment des réalités. Presque tous, sinon tous, sont des littéraires, élevés dans nos grandes Ecoles ou dans nos Facultés, et n'ont jamais subi un contact quelconque avec les militants des carrières industrielles, agricoles ou commerciales. Planant au-dessus des contingences de la vie journalière, ils n'en connaissent pas les besoins.

Nous devons donc savoir gré à MM. Astier et Cuminal de nous avoir exposé dans leur volume, non seulement un résumé des observations recueillies en France et à l'Etranger, mais encore le fruit de leurs médiations et de leur expérience personnelle.

Après nous avoir donné une définition de l'Enseignement technique et nous avoir indiqué son but, les auteurs abordent la question brûlante de la crise de l'apprentissage, en signalent les causes ainsi que les conséquences sociales et économiques, et indiquent sommairement les moyens divers qui ont été proposés pour y remédier.

Parmi ces moyens, il faut placer en première ligne l'organisation systématique et obligatoire de l'enseignement professionnel.

Ces prémisses posées, MM. Astier et Cuminal consacrent un chapitre à l'Enseignement technique à l'Etranger, et nous conduisent en Allemagne, en Angleterre, en Autriche-Hongrie, en Belgique, en Danemark, aux Etats-Unis, en Suisse, etc., où ils nous montrent les modalités diverses adoptées par ces Etats pour préparer la jeunesse aux multiples carrières qui se présentent à elle. Les auteurs nous donnent ensuite, parallèlement, un tableau exact de notre organisation. Ils passent successivement en revue les divers échelons de notre enseignement national, depuis nos hautes Ecoles dépendant du Ministère du Commerce jusqu'à l'Ecole primaire, montrent les efforts qui ont été tentés dans cette voie, sous tous les régimes, et insistent surtout sur les résultats obtenus depuis un quart de siècle. Tout en constatant que nos voisins immédiats ont une organisation plus complète et mieux adaptée aux exigences des milieux, les auteurs ne manquent cependant pas de faire ressortir les progrès notables qui ont été réalisés dans notre pays.

Ces progrès se manifestent surtout à Paris où, depuis trente ans, la Municipalité s'est attachée à multiplier les Ecoles professionnelles de garçons et de jeunes filles, ainsi que les Cours techniques et d'enseignement commercial.

L'ouvrage se termine par deux chapitres, dont l'un traite de la nécessité de compléter l'organisation de l'enseignement technique, et dont l'autre renferme des conclusions.

Ce dernier chapitre, dans lequel les auteurs résument d'une manière heureuse le bilan de l'enseignement technique de la plupart des nations étrangères, est extrêmement suggestif. Il nous montre, d'une part, les sacrifices énormes consentis par l'Allemagne, la Belgique, les Etats-Unis, etc., en faveur de l'instruction professionnelle, et le nombre croissant des jeunes gens qui bénéficient de cette instruction; et, d'autre part, la progression indéniable des échanges internationaux de ces pays. Alors que les transactions de ces mêmes Etats ont presque doublé en onze ans, celles de la France se sont accrues seulement de 63 %.

On ne saurait indiquer d'une façon plus saisissante les bienfaits que retirent les peuples de la diffusion de l'enseignement technique, et trouver d'arguments plus convaincants en faveur d'une organisation méthodique et judicieuse de cet enseignement sur tout le territoire.

Signalons enfin, comme annexe au volume, le projet de loi sur l'enseignement technique industriel et commercial, dont l'un des auteurs a été le rapporteur à la Chambre, et différents autres documents et programmes, empruntés à la Suisse, ainsi que des statistiques des Ecoles primaires supérieures de garçons et de filles.

Bien conçu, bien écrit, richement documenté et rempli de réflexions suscitées par l'observation et l'expérience, l'ouvrage de MM. Astier et Cuminal rendra les plus grands services à tous ceux qui veulent se rendre compte de l'influence efficace, voire prépondérante, qu'exerce, sur la prospérité économique d'un pays, une puissante et judicieuse organisation de son instruction technique.

A. Haller,
Membre de l'Institut.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 17 Mai 1909.

1° Sciences mathématiques. — M. C. **Guichard** applique la théorie des systèmes singuliers aux réseaux O_2 de l'espace ordinaire associés à un réseau plan. — M. L. **Rémy** détermine la valeur des invariants ρ et ρ^0 pour les surfaces du quatrième ordre à points doubles isolés. — M. F. **Riesz** présente ses recherches sur les suites de fonctions mesurables. — M. S. **Bernstein** indique un nouveau mode de démonstration du principe de Dirichlet, qui a pour but de donner en même temps un moyen de développer la solution cherchée en séries de polynomes. — M. R. **Garnier** communique ses recherches sur les équations différentielles linéaires et les transcendantes uniformes du second ordre.

2° Sciences physiques. — M. A. **Dufour** signale un exemple de phénomène de Zeeman longitudinal positif pur dans le spectre d'émission de la vapeur d'oxyde de fer; la polarisation circulaire des composantes du doublet paraît complète. — M. A. **Rosenstiehl** a construit un nouveau cercle chromatique formé par vingt-quatre couleurs qui, deux à deux, sont exactement complémentaires et possèdent même intensité de coloration. Ce cercle donne par rotation des couleurs d'une beauté inimitable par les matières colorantes. — M. de **Broglie** a déterminé, par l'examen ultramicroscopique, la charge électrostatique *e* des particules en suspension dans les gaz; il trouve la valeur $4,5 \times 10^{-10}$ unité électrostatique. — MM. G. **Sizes** et G. **Massol**, en faisant vibrer un diapason ut_0, sont parvenus à enregistrer 16 nouveaux harmoniques inférieurs du son fondamental. — M. L. **Houllevigue** a reconnu que les projections cathodiques sont constituées d'éléments matériels très gros par rapport aux molécules. Leur diamètre, en les supposant sphériques, serait voisin de 100 $\mu\mu$. — M. G. **Baume** a déterminé le point de congélation des mélanges gazeux à de très basses températures. $(CH^3)^2O$ et HCl présentent deux maxima à — 94° et — 102°, correspondant aux deux composés $(CH^3)^2O.HCl$ et $(CH^3)^2O.4\,HCl$. — M. F. **Wallerant** a constaté que l'azoxyanisol constitue un liquide cristallisé biaxe. — M. D. E. **Tsakalotos** montre que la triéthylamine, la pyridine, la pipéridine et la nicotine forment des combinaisons moléculaires avec l'eau et qu'elles existent en solution aqueuse sous la forme d'aquobases. — MM. E. **Baud** et L. **Gay** ont reconnu l'existence, dans les solutions aqueuses d'ammoniac, de l'hydrate $AzH^3.H^2O$, en équilibre avec l'eau et l'ammoniac libres. — M. L. **Vignon** montre que le chromate de plomb précipité teint également bien la soie, la laine et le coton; à ce titre, il diffère complètement des colorants solubles. Il ne se fixe pas chimiquement sur les textiles, mais probablement par attraction moléculaire. — MM. R. **Lespieau** et **Vavon** ont préparé le dérivé dimagnésion du bipropargyle, qui, traité par CO^2, fournit l'acide octadiinedioïque, $CO^2H.C : C.CH^2.CH^2.C : C.CO^2H$, F. 190°. — MM. Ch. **Porcher** et L. **Panisset** ont constaté la présence de corps indologènes dans les bouillons de culture microbiens; ceux-ci proviennent de la décomposition graduelle du tryptophane. — MM. G. **Bertrand** et F. **Duchacek** ont observé que le ferment bulgare fait fermenter le glucose, le mannose, le galactose, le lévulose et le lactose en donnant des acides lactiques droit et gauche et un peu d'acides formique, acétique et succinique. — M. H. **Agulhon** a reconnu que l'acide borique n'a qu'une faible action paralysante sur les diastases, sauf le cas de la lipodiastase du ricin.

3° Sciences naturelles. — M. M. **Boule** évalue à 1.600 centimètres cubes la capacité cranienne de l'homme de la Chapelle-aux-Saints; les crânes du type de Néanderthal paraissent avoir eu une capacité analogue. — M. J. **Pellegrin** a reconnu que la faune ichtyologique actuelle du Tchad offre des affinités très grandes avec celle des bassins environnants : Nil, Niger, Sénégal, et présente peu d'espèces qui lui soient propres. — M. E. L. **Bouvier** décrit un nouvel Onychophore australien du genre *Peripatoïdes*, qui présente un curieux mélange de caractères primitifs et de caractères qui indiquent une longue évolution. — M. G. **Nicolas** a constaté que les limbes foliaires recouverts de vaseline présentent, relativement aux limbes normaux, une énergie respiratoire plus faible, provenant de la difficulté de pénétration et de circulation des gaz. — M. E. **Haug** décrit les caractères stratigraphiques généraux des nappes des Alpes françaises et suisses. — M. O. **Mengel** a étudié la tectonique du revers méridional des massifs du Canigou et du Puigmal. Il y trouve les indices de grands mouvements horizontaux post-éocènes. — M. L. **Gentil** a exploré la Chaouia au point de vue stratigraphique. Il y a reconnu des terrains primaires (Silurien, Dévonien, Permien), secondaires (Trias, Rhétien, Hettangien), tertiaires (Plaisancien). — M. G. **Eisenmenger** montre que le relief actuel du Sundgau est l'œuvre du Rhin pliocène qui a modifié sa direction d'écoulement et formé le coude de Bâle.

Séance du 24 Mai 1909.

1° Sciences mathématiques. — M. J. **Haag** poursuit ses recherches sur la déformation infiniment petite des surfaces réglées. — M. G. **Bratu** donne la solution générale d'une équation mixte linéaire, d'ordre (n, m), qu'il rattache à la solution d'une équation de Fredholm. — M. C. **Hansen** a déterminé la somme des *n* premiers coefficients d'une série de Taylor. — M. L. **Desaint** indique un nouveau procédé de représentation générale des fonctions par des fonctions compliquées à distance finie. — M. R. **Birkeland** étudie certaines singularités des équations différentielles. — M. J. **Chazy** présente ses recherches sur les équations différentielles du second ordre à points critiques fixes. — M. G. **Bruel** communique une carte de reconnaissance de la région du Chari; les travaux topographiques sont basés sur des positions déterminées par les méthodes de l'Astronomie de campagne. — M. **Heit** présente un compas enregistreur, donnant, sur une feuille de papier perforée, les manœuvres les plus importantes et la direction générale du navire.

2° Sciences naturelles. — M. H. A. **Perkins** donne une théorie des décharges discontinues dans les tubes de Geissler; il se figure la cathode comme une des armatures d'un condenseur, l'espace obscur de Crookes comme un diélectrique pas très isolant, et tout le reste du tube comme l'autre armature; le tube entier est représenté comme une capacité en dérivation avec une grande résistance. — M. E. H. **Amagat**, poursuivant ses recherches sur la pression intérieure des fluides, suppose que le fluide idéal hypothétique serait d'une subtilité infiniment grande; les parois des vases seraient perméables pour lui et on ne pourrait l'y comprimer. Il formerait de petites atmosphères, de densité décroissante depuis la partie centrale, autour de chaque groupement moléculaire. — M. A. **Leduc** a déterminé les pressions internes de 18 gaz dans les conditions normales. Pour un gaz quelconque, à tem-

pérature constante, la pression interne est en raison inverse du carré du volume spécifique. — M. G. Ter Gazarian a déterminé la densité exacte de PH^3 par rapport à l'air, qui est de 1,1829; il en déduit pour poids atomique de P la valeur 30,906. — M. J. Sehnal a déterminé la solubilité du sulfate de plomb dans l'eau; elle est due à la décomposition de ce corps en acide sulfurique et hydrate d'oxyde de plomb, la solubilité de l'hydrate étant à peu près la même que celle du sulfate. — MM. E. de Stoecklin et E. Vulquin ont réalisé l'oxydation des polyalcools (glycol, glycérine, mannite, dulcite, sorbite) par un système peroxydasique renfermant de la quinhydrone et du sulfate ou du chlorure de fer. — MM. E. E. Blaise et A. Koehler ont cyclisé les acides ε-cétoniques sous l'influence de l'éthylate de sodium sec et ont obtenu des acidylcyclopentanones; de même les éthers-sels des acides ζ-cétoniques se cyclisent en acidylcyclohexanones. Les éthers η-cétoniques n'ont pu être cyclisés. — MM. L. Bouveault et Levallois ont traité l'acide dihydrocamphocénique par la méthode de Haller et Bauer dans l'espoir d'obtenir son produit de méthylation en α, l'acide dihydrofencholénique; il s'est produit un mélange de dihydrofencholénamide racémique avec un isomère.

3° Sciences naturelles. — M. Ranjard a traité 51 cas de surdité, due à des lésions chroniques non suppurées de l'appareil auditif, par la méthode des exercices acoustiques au moyen de la sirène à voyelles de M. Marage; il a obtenu dans 36 cas une amélioration totale ou suffisante pratiquement. — M. Devaux a reconnu que tout sommeil, même superficiel, est accompagné d'une rétention d'eau interstitielle par tout l'organisme. — M. Ch. Pérez a étudié la métamorphose du système musculaire chez les Muscides. Les muscles exclusivement larvaires disparaissent entièrement, dès les premières heures de la nymphose, par phagocytose leucocytaire; les muscles exclusivement imaginaux s'édifient complètement, pendant la nymphose, aux dépens de myoblastes restés jusque-là embryonnaires. — M. B. Collin a observé l'existence de la conjugaison gemmiforme chez les Acinétiens; ce fait et d'autres indiquent une relation génétique entre Acinètes et Infusoires péritriches. — M. E. Bataillon a reconnu que la rotation brusque de l'œuf de *Rana fusca* qui suit l'imprégnation par le spermatozoïde dans les conditions normales exige l'afflux de l'eau extérieure et la libération de l'œuf dans une atmosphère de liquide plus large. — M. Aug. Michel a étudié la formation d'une partie du corps par la soudure tardive de deux moitiés, libres sur leur longueur jusqu'à un stade assez avancé chez les Syllidiens. — M. M. Oxner décrit deux modes différents de régénération qu'il a observés chez le *Lineus ruber*, var. rouge brunâtre. — M. P. A. Dangeard a observé les phénomènes de fécondation chez le *Zygnema stellinum*; cette espèce montre tous les passages entre l'hétérogamie, l'isogamie et sans doute aussi la parthénogénèse. — M. Th. Dumont a constaté que la teigne de l'olivier (*Prays oleæ*) n'a pas trois générations complètes : elle en a deux ou trois suivant que les œufs d'été sont déposés sur les feuilles ou les fruits; quand les fleurs font défaut, on n'observe plus qu'une seule génération. — M. Em. Haug montre que ni les nappes des Préalpes, ni la nappe de la Brèche n'ont leurs racines sur le bord méridional des Alpes occidentales; aucune d'elles n'est une nappe à racines internes. — M. P. Lemoine a reconnu que toute la haute vallée de l'Yères (Seine-inférieure) est constituée, non par de la craie blanche sénonienne, mais par de la craie marneuse turonienne. — M. E. A. Martel a observé dans le gouffre de Poudak (Hautes-Pyrénées), dont le fond est constitué par un bassin plein d'eau, un phénomène d'oscillation du niveau de l'eau, qui monte de 4 mètres en 15 minutes, reste étale pendant 3 minutes, puis redescend en 40 minutes, rapidement d'abord, puis lentement.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 18 Mai 1909.

M. le Président annonce le décès de M. E. Besnier, membre de l'Académie. — M. E. Brissaud est élu membre dans la Section de Pathologie médicale.

M. H. Huchard présente un Rapport sur un travail de MM. Léopold-Lévi et H. de Rothschild relatif à l'instabilité thyroïdienne et à sa forme paroxystique. Sous ce terme, les auteurs désignent une série de signes appartenant à la fois à l'hypo- et à l'hyperthyroïdie, provenant d'un fonctionnement exagéré de l'organe, succédant à un fonctionnement insuffisant. Ils forment une transition entre le myxœdème et le goitre exophtalmique. Le traitement thyroïdien est susceptible de faire disparaître ces syndromes, mais il peut aussi les reproduire; aussi faut-il l'appliquer avec dextérité et à petites doses. — M. F. Widal présente un Rapport sur un travail de M. J. Courmont relatif à la lutte contre les maladies infectieuses en Suède et en Norvège. Dans ces pays, la mortalité générale et la mortalité infantile ont beaucoup baissé depuis vingt-cinq ans et la population s'est accrue dans de notables proportions. Il faut en chercher la cause : dans l'éducation hygiénique donnée à l'école, dans la déclaration et dans la désinfection obligatoires. — M. G. Dieulafoy décrit deux cas de septicémie gonococcique consécutifs à une blennorragie urétrale; en outre, les deux malades ont été pris l'un et l'autre de la fièvre typhoïde à la suite de leur septicémie gonococcique dont ils étaient guéris. Dans un cas, l'injection de vaccin gonococcique a donné de bons résultats. — M. E. Boinet signale un certain nombre de cas de méningite cérébro-spinale épidémique dans le sud-est de la France, où la maladie paraît endémique; le traitement sérothérapique a été très efficace.

Séance du 25 Mai 1909.

MM. D. Bruce (de Londres) et Mayor (de Genève) sont élus Correspondants étrangers dans la Division de Médecine.

M. Tuffier lit une étude de physiologie pathologique des nouveaux agents physiques dans la thérapeutique du cancer. — M. de Lapersonne donne lecture d'un travail sur les gommes tuberculeuses de la sclérotique. — M. Jalaguier lit un travail sur les fissures congénitales de la face. — MM. Wickham et Degrais donnent lecture d'une étude sur l'influence des rayons du radium sur certaines néoplasies du sein.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 15 Mai 1909.

MM. M. Letulle et L. Lagane ont constaté que des liquides céphalo-rachidiens de méningite cérébro-spinale, mis à l'étuve sans aucune addition de sérum précipitant, ont précipité spontanément. — MM. L. Grimbert et M. Bagros montrent que, pour qu'il y ait destruction de nitrate par les bactéries dénitrifiantes indirectes, il faut : 1° qu'il y ait d'abord réduction du nitrate en nitrite; 2° que le milieu contienne à la fois des substances amidées ou aminées et des aliments carbonés capables d'être attaqués par le microbe en donnant des acides. — M. Ch. Richet a extrait du suc vénéneux du *Hura crepitans* une substance active qu'il nomme *crépitine*. C'est le plus toxique des poisons végétaux; elle perd sa toxicité par ébullition et contient une hémo-agglutinine. — MM. H. Labbé et G. Vitry ont constaté que l'action la plus nette de l'ingestion de ferments lactiques est de diminuer l'assimilation azotée. — M. M. Parvu a reconnu que l'antigène échinococcique est soluble dans l'alcool à 85°, propriété qui permet de simplifier le séro-diagnostic des kystes hydatiques. — MM. A. Brissemoret et J. Mercier montrent qu'au printemps il n'est pas démontré que la juglone constitue un élément de défense du noyer,

car divers insectes peuvent très bien vivre sur ses feuilles. — MM. **Salebert** et **Louis** ont étudié, au point de vue cytologique, le liquide céphalo-rachidien dans la méningite cérébro-spinale; on y trouve des cellules endothéliales jouant un rôle phagocytaire. — M. **Ch. Dopter** a observé que le sérum antiméningococcique préparé par inoculation intra-veineuse de cultures vivantes du méningocoque est aussi, sinon plus antiendotoxique que le sérum obtenu avec des injections d'extraits de méningocoques. — MM. **J. Lhermitte** et **A. Guccione** ont étudié les lésions des vaisseaux, des cylindre-axes et de la névroglie dans la sclérose en plaques; ce sont des lésions inflammatoires évidentes, à évolution sub-aiguë ou chronique. — M. **V. Pachon** présente un oscillomètre sphygmométrique à grande sensibilité et à sensibilité constante. — MM. **H. Busquet** et **V. Pachon** montrent que les différents sels de Ca, à des doses équimoléculaires à 0,025 gramme de $CaCl^2$ °/₀₀, confèrent à la solution de NaCl à 6 °/₀₀ le pouvoir d'entretenir, en circulation artificielle à travers le cœur de grenouille, le fonctionnement de l'appareil cardio-inhibiteur. — M. **E. Maurel** compare, au point de vue de la dose minima mortelle, la voie sous-cutanée à la voie veineuse; la dernière est toujours la plus toxique. — MM. **A. Blanchetière** et **P. Lejonne** signalent l'existence d'un phénomène de coagulation massive et de xanthochromie du liquide céphalo-rachidien sans éléments cellulaires dans un cas de sarcome de la dure-mère.

Séance du 22 Mai 1909.

M. **Ch. Richet** a constaté que l'injection de crépitine chez les chiens anaphylactisés par ce poison fait apparaître chez eux un prurit intense, signe de la formation d'un nouveau poison chez l'animal sensibilisé. — MM. **Aug. Lelièvre** et **E. Retterer** ont étudié la structure du myocarde des Mammifères. Anastomosées à leurs extrémités, les cellules myocardiques sont unies latéralement par du tissu conjonctif ou interstitiel. Les tissus contractile et interstitiel forment un tout continu et ne diffèrent que par l'hyaloplasma contenu dans les mailles du réticulum. — M. **J. Louis** a employé avec succès la précipito-réaction de Vincent au diagnostic de la méningite cérébro-spinale. — M. **M. Weinberg** montre que, lorsqu'on a à faire un séro-diagnostic pour un malade suspect de kyste hydatique, il faut d'abord pratiquer l'expérience avec le sérum frais; si l'expérience échoue, il faut la recommencer avec de l'alexine de cobaye. — MM. **L. Massol** et **M. Breton** ont déterminé la toxicité intracérébrale de quelques sels métalliques chez le cobaye; elle décroît dans l'ordre suivant : $CuSO^4$, $NiSO^4$, $AuCl^3$, $AgAzO^3$. — M. **P. Fauvel** indique quelques précautions à observer pour l'étude de l'excrétion urique dans le régime sans purines. — M. **A. Sézary** a constaté que, chez un sujet qui a succombé après une maladie chronique et dont les surrénales sont en hyperépinéphrie, on peut, presque à coup sûr, affirmer la coexistence de lésions rénales. Mais la réciproque n'est pas toujours exacte. — Mlle **E. Lazarus** signale l'inconstance du pouvoir protéolytique de la bactéridie de Davaine, signe de l'existence de différences individuelles, même chez les êtres les plus simples. — M. **J. Nageotte** considère comme des mitochondries les inclusions lipoïdes qui sont disséminées dans les divers éléments du tissu nerveux. — MM. **G. Dubreuil** et **Cl. Regaud** montrent que les phénomènes congestifs de l'ovaire, même lorsqu'ils sont assez intenses pour inonder de sang un grand nombre de follicules mûrs et non mûrs et pour augmenter leur pression, ne suffisent pas pour en faire crever un seul, en l'absence du stimulus de nature encore inconnue que détermine l'accouplement. — Mlle **A. Fichtenholz** a constaté que l'hydroquinone retarde l'hydrolyse par l'émulsine de l'arbutine, de la salicine, de la gentiopicrine et de l'amygdaline, beaucoup pour la première, peu pour les trois autres. — M. **E. Maurel** a comparé la voie gastrique avec la voie sous-cutanée au point de vue des doses minima mortelles; la seconde est de beaucoup la plus toxique, surtout pour les glucosides. — MM. **W. Mestrezat** et **M. Lisbonne** ont reconnu que la salive sous-maxillaire du chat anesthésié au chloroforme ne renferme pas de sucre. Il en est probablement de même pour la salive normale. — MM. **P. Harvier** et **L. Morel** ont observé dans la moitié des cas, chez le chat, un groupe thymique de parathyroïdes accessoires. — M. **J. Beauverie** montre qu'on ne peut tirer des caractères des noyaux du mycélium une méthode de détermination de l'appareil végétatif du *Merylius lacrymans*. — M. **J. Wolff** a constaté que des doses infimes de ferrocyanure de fer colloïdal ou de sulfate de manganèse acquièrent des propriétés oxydantes spécifiques lorsque, après les avoir associées au citrate trisodique, on les fait agir sur tel ou tel diphénol. — MM. **L. Lapicque** et **J. Petetin** ont déterminé le fer du foie chez quelques oiseaux; il est généralement très minime, sauf chez le canard. — MM. **Léopold-Lévi** et **H. de Rothschild** décrivent un syndrome oculaire de l'instabilité thyroïdienne, caractérisé par : l'exophtalmie, l'éclat brillant des yeux et le nystagmus dans l'hyperthyroïdie, le signe du sourcil et l'œdème palpébral dans l'hypothyroïdie. — MM. **J. Camus** et **P. Pagniez** ont mis en évidence le passage de l'hémoglobine musculaire à travers le rein. — M. **P. Nobécourt** a déterminé la mortalité des lapins soumis à des injections de blanc d'œuf de poule, faites dans l'estomac ou le rectum à des intervalles variables. Les injections quotidiennes et bimensuelles ont été bien tolérées par les lapins adultes; les injections répétées tous les trois ou sept jours ont été plus nocives.

RÉUNION BIOLOGIQUE DE BORDEAUX

Séance du 4 Mai 1909.

MM. **J. Gautrelet** et **L. Thomas** montrent que l'ablation des surrénales supprime la glycosurie adrénalique, mais non la glycosurie phloridzique. — M. **B. Auché** a constaté que la cuisson détruit les bacilles tuberculeux introduits dans les pains d'un poids allant jusqu'à 2 kilog. — MM. **J. Sabrazès**, **K.-E. Eckenstein** et **L. Muratet** décrivent un cas de septicopyohémie tuberculeuse avec présence du bacille dans le sang circulant. — M. **C. Sauvageau** signale l'apparition de quelques *Colpomenia sinuosa* au voisinage des huîtrières de Marennes, ce qui peut faire craindre l'envahissement de ces dernières à la saison prochaine.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 7 Mai 1909.

M. **G. Claude** présente un appareil destiné à l'usage des laboratoires et établissements scientifiques et permettant de produire, suivant les besoins, l'air liquide, l'oxygène et l'azote gazeux ou liquides, le néon, l'hélium et les autres gaz rares de l'atmosphère. On retrouve dans cet appareil les caractéristiques essentielles des procédés de l'auteur : liquéfaction de l'air par détente avec travail extérieur, séparation progressive des éléments de l'air pendant le cours de sa condensation, grâce au dispositif dit *par retour en arrière*. La puissance exigée par cet appareil est de 20 chevaux environ, et sa puissance de production, comptée en air liquide, est de 6 à 7 litres à l'heure et, en oxygène gazeux pur, de 10 mètres cubes à l'heure. Il peut, en outre, produire par heure 2 litres d'oxygène liquide ou d'azote liquide purs, 2 à 3 mètres cubes d'azote gazeux à 99,8 °/₀, 1 litre de néon et d'hélium, etc. — M. **A. Cotton** : *Remarques sur le phénomène de Zeeman.* I. M. Cotton présente d'abord à la Société un tableau destiné au volume des Constantes, et où sont figurés en vraie grandeur, en unités C. G. S. et dans l'échelle des fréquences, les principaux types des changements magnétiques des raies d'émission ou d'absorption *des gaz*. Les champs employés dans plusieurs mesures

n'ont pas été déterminés avec assez de précision; c'est ainsi que des recherches intéressantes de Purvis perdent beaucoup de leur utilité par suite des valeurs inexactes indiquées pour les champs. Il conviendrait toujours, même quand on détermine le champ directement, de photographier dans les mêmes conditions des raies déjà mesurées en valeur absolue et d'indiquer le résultat direct de ces mesures pour permettre un contrôle ou des corrections ultérieures. La valeur trouvée par Weiss et Cotton pour les raies bleues du zinc, qui s'écartait notablement de la valeur alors admise, a été confirmée, indépendamment de toute théorie, par les mesures récentes ayant le même objet. D'autre part, diverses mesures récentes sur les rayons cathodiques ont montré que la valeur admise pour le rapport e/m était trop élevée. Classen vient de trouver $e/m = 1,77 \times 10^7$. La valeur qu'on calculerait d'après le phénomène de Zeeman pour le zinc, en appliquant la formule de Lorentz, est exactement double. Il faut désirer que ces nouvelles mesures sur les rayons cathodiques soient, à leur tour, contrôlées. En admettant les nombres actuels, on voit qu'il y a des relations très simples entre le triplet pur d'écart normal de Lorentz et les changements des raies appartenant aux séries étudiées par Runge et Paschen. L'hélium, dont les raies (dans le spectre visible), étudiées par Lohmann, donnent des triplets purs d'écart moitié de celui indiqué plus haut pour le zinc, est donc un corps pour lequel la théorie de Lorentz paraît se vérifier complètement et numériquement : les diverses raies donnent toutes, en effet, le triplet pur d'écart normal. Les raies d'un même corps appartenant à une même *série* ont toujours donné le même phénomène, avec le même écart dans l'échelle des fréquences. Les raies homologues des métaux chimiquement voisins donnent aussi, en général, le même phénomène; mais Miller a signalé des exceptions à cette règle plus générale (raies des *premières séries secondaires* ou *séries diffuses*). La plupart des raies *non sériées* donnent des triplets purs dont les écarts entre les composants varient dans de larges limites. Ces écarts semblent se grouper régulièrement non pas autour de l'écart normal, mais autour de *plusieurs* valeurs privilégiées qu'on retrouve parfois dans des corps différents. Les raies non sériées donnant des changements plus compliqués que le triplet ne sont pas toujours en relation avec l'écart normal; les formules par lesquelles Ritz exprime les écarts s'appliquent, au contraire, fort bien dans tous les cas, en faisant intervenir des facteurs entiers très simples. II. M. Cotton passe ensuite aux travaux théoriques. Après quelques remarques sur la théorie de Lorentz et sur celle de Voigt, M. Cotton estime qu'actuellement la théorie proposée par Ritz, à la fin de son Mémoire : *Magnetische Atomfelder und Serien Spectra* (*Annalen*, t. XXV, 1907, p. 675), et qu'il esquisse en prenant comme exemple le cas de la raie bleue du zinc 4680, est celle qui paraît la plus féconde. Ritz suppose que le champ magnétique détermine des mouvements de *rotation* et d'*oscillation* de l'atome, ou de *parties* de l'atome, celles notamment auxquelles Ritz rattache l'origine des séries de raies. Le sens du phénomène, dans l'observation longitudinale, est alors déterminé uniquement par le sens dans lequel s'effectue la rotation (le signe des charges supposées n'intervenant pas); sa grandeur dépend de la vitesse angulaire : celle-ci peut être, dans certains cas, en relation simple avec cette vitesse angulaire de rotation constante $\omega = \frac{eH}{m}$, avec laquelle tourne, autour des lignes de force d'un champ magnétique, dans le sens des courants d'Ampère, un électron *libre*[1]. Cette théorie a déjà conduit à des formules pour la place des composantes que l'expérience a vérifiées; d'autre part, les hypothèses fondamentales qu'elle admet sont appuyées par des phénomènes tout différents; elles se rattachent notamment à l'idée ancienne déjà, défendue par lord Kelvin et par plusieurs autres savants, de l'existence de mouvements tourbillonnaires dans le champ magnétique. III. M. Cotton examine enfin les cas trouvés par MM. Jean Becquerel et Dufour, où des vibrations circulaires du sens des courants d'Ampère ont leur fréquence diminuée par l'action du champ. Pour expliquer l'effet positif dans la théorie de Lorentz, on peut ou bien supposer qu'il y a des électrons positifs, ou bien que le champ réellement agissant est de sens inverse à celui de l'électro-aimant. On rencontre, dans l'une et l'autre voie, des difficultés. Il lui paraît possible d'expliquer l'effet Zeeman positif lui-même (et même le cas des raies insensibles au champ) sans introduire de nouveaux électrons. Il se place au point de vue de Ritz et admet que le sens du phénomène longitudinal est déterminé par le sens du mouvement de rotation d'un atome ou d'une partie de l'atome. Si l'on renonce à la conception d'un atome envisagé comme un solide rigide, rien n'empêche de supposer que différentes parties d'un atome (ou mieux, ici, d'une molécule) peuvent tourner dans le champ dans des sens opposés. En se bornant à dire cela, on ferait une hypothèse gratuite tout aussi audacieuse que celle qui consiste à supposer simplement des électrons positifs. Mais on peut trouver des raisons pour que de tels mouvements inverses se produisent et aussi pour que leur fréquence croisse proportionnellement au champ. L'auteur fait à ce sujet une expérience démonstrative devant la Société.

[1] M. Ritz considère comme possible la présence de tels électrons dans les sources utilisées.

Séance du 21 *Mai* 1909.

M. **P. Janet** présente une Note sur l'*unification des unités lumineuses*, qui sera reproduite *in-extenso* dans la chronique de la *Revue*. — M. **Georges Claude** présente les résultats d'études relatives aux *appareils de sauvetage à oxygène liquide*. L'appareil qu'il présente est basé sur la vaporisation spontanée de l'oxygène liquide par la chaleur ambiante : la respiration de l'oxygène pur, conformément aux observations de M. d'Arsonval, n'entraîne, en effet, aucune action nuisible ou surexcitante sur l'organisme humain, en dépit de la légende célèbre créée par Jules Verne. Grâce à un isolement calorifuge convenable, l'évaporation des 1.200 litres d'oxygène renfermés dans l'appareil se prolonge pendant deux heures trente minutes et assure au sauveteur, pendant ce laps de temps, 500 litres d'oxygène à l'heure, soit 4 à 5 fois ce qui lui est nécessaire. Cette surabondance permet d'éviter la complication des *régénérateurs* employés dans les appareils à oxygène comprimé. D'ailleurs, outre sa légèreté extrême (poids total de l'appareil chargé : 7 kilog. pour 1.200 litres d'oxygène emportés au lieu de 15 kil. pour 300 litres), l'appareil se distingue complètement de tous ceux qui existent aujourd'hui par l'absence voulue et *absolue* de tout mécanisme ou de tout organe délicat : détendeurs, injecteurs, soupapes, régénérateurs, etc. Le masque lui-même, appliqué sur la figure par l'intermédiaire d'un pneumatique élastique, s'applique à l'inspiration de manière à empêcher toute rentrée de l'air extérieur et laisse, au contraire, lors de l'expiration, *fuiter* au dehors les gaz expirés. Chaque charge exige environ 2 litres d'oxygène liquide. M. G. Claude et son collaborateur M. Le Rouge ont imaginé, pour l'alimentation des postes de sauvetage et, de préférence, des stations centrales de sauvetage constituées avec cet appareil, une machine très simple qui, au moment du besoin, produit l'oxygène liquide *un quart d'heure* après sa mise en route. Elle est basée sur la liquéfaction de l'oxygène comprimé du commerce par de l'air détendu avec travail extérieur. — M. **E. H. Amagat** présente une Note sur *la pression intérieure des fluides*. Des développements thermodynamiques, il tire plusieurs conclusions intéressantes. *Tout se passe aux fortes pressions comme si les intervalles molécu-*

laires étaient remplis d'un fluide parfait dont la pression π'' s'opposerait constamment aux diminutions de volume du fluide. M. Amagat pense qu'il pourrait s'agir d'un éther compressible et parfaitement homogène remplissant alors tous les intervalles moléculaires. Aux moyennes et faibles pressions, M. Amagat propose d'admettre que le fluide intermoléculaire n'est plus homogène et se trouve plus particulièrement condensé en quelque sorte autour de chaque molécule en donnant lieu à une sorte d'atmosphère dont la densité irait en décroissant à mesure qu'on s'écarte du centre de la molécule. Dans ces conditions d'hétérogénéité pour le fluide intermoléculaire, on conçoit aisément que, la notion géométrique de volume ne répondant plus à une réalité physique simple, comme dans le cas de l'homogénéité, la loi de Mariotte ne soit plus vérifiée. Enfin, l'auteur montre que *l'attraction réciproque des molécules peut être considérée comme s'exerçant en raison inverse de la quatrième puissance de la distance des molécules.* — M. **A. Spangberg** : Les *Calibres-étalons à combinaisons « Johansson ».* Le développement de la construction mécanique moderne exige de nos jours une précision de beaucoup supérieure à celle qui était demandée aux anciennes méthodes de travail : 1° parce que le jeu admis, selon leurs différentes vitesses, entre les pièces ajustées ensemble, ne doit être soumis qu'à des écarts très faibles; 2° parce que les machines et appareils ne sont plus exécutés isolément, mais en séries, ce qui oblige à porter la plus grande attention aux *tolérances* accordées dans la fabrication, pour que l'*interchangeabilité* des pièces soit garantie; les limites entre lesquelles ces tolérances peuvent varier doivent être fixées avec la plus grande précision. Pour assurer cette précision, M. C.-E. Johansson, d'Eskilstuna (Suède), a exécuté un *jeu de calibres-étalons*, ayant la forme de blocs parallélipipédiques, en acier au carbone, trempés de part en part, très durs, et combinés pour réaliser toutes les mesures de 1 à 200 millimètres, avec un intervalle de 1 demi-centième de millimètre entre deux mesures consécutives. Le *jeu normal* n° 2 se compose de 103 calibres, permettant de réaliser 40.000 mesures différentes avec une précision garantie de 1/1000 de millimètre; on obtient ces mesures soit avec les calibres *uniques*, soit avec des *combinaisons* de calibres. La division des calibres a été établie comme suit : Première série : 1,01, 1,02, ..., 1,48 et 1^{mm},49; deuxième série : 0,50, 1,00, 1,50, ..., 24 et 24^{mm},50; troisième série : 25, 50, 75 et 100 millimètres; calibre extra : 1^{mm},005. Par exemple, pour obtenir les mesures : 4,13, on *assemble* les calibres 1,13 de la première série, et 3 de la deuxième série; 35,13, on *assemble* les calibres 1,13 de la première série, 9 de la deuxième série et 25 de la troisième série, etc. Dans un système à *combinaisons* tel que le système Johansson, il faut qu'en constituant une mesure déterminée par un *assemblage* de calibres, cette mesure soit exacte dans les limites de la tolérance admise pour sa *valeur de mesure*, c'est-à-dire que la somme des tolérances des pièces constituant l'*assemblage* soit égale à la tolérance du calibre *unique*. En d'autres termes, une mesure obtenue par *combinaisons* de calibres doit être tout aussi exacte que la même mesure représentée par un calibre *unique*. Ceci est obtenu en appliquant à tous les calibres composant un jeu une tolérance qui est *proportionnelle* à la grandeur de la mesure et appelée *tolérance progressive*. Les *faces de mesurage* des calibres-étalons Johansson sont d'une planitude telle qu'en appliquant les faces de deux calibres l'une contre l'autre *il y a adhérence*. L'auteur a soumis deux calibres assemblés à un effort de séparation de 55 kilog., et l'*adhérence* s'est maintenue. La surface de contact mesurait 3^{mcs},17 : l'effort correspondait donc environ à 19 atmosphères. Pour permettre aussi les *mesurages extérieurs*, on dispose de *becs* d'une longueur double de celle des calibres; en les appliquant par leur face dressée sur les *faces de mesure des calibres*, on constitue par *adhérence* autant de *calibres à fourche* que le jeu permet de réaliser de mesures. L'acier employé dans la fabrication des calibres a été soumis à un traitement spécial qui élimine tous les risques de changements de forme ou de volume qui affectent toujours ultérieurement les pièces trempées, par suite d'influences élastiques et thermiques.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE FRANCE

Séance du 2 Avril 1909.

MM. **P. Sabatier** et **A. Mailhe** exposent une nouvelle méthode générale de préparation des amines alcooliques, qui consiste à soumettre les vapeurs d'alcools, en présence d'AzH^3 ou d'une amine, à l'action de divers oxydes irréductibles catalyseurs, tels que la thorine, l'oxyde chromique, l'oxyde titanique, à des températures comprises entre 300 et 380°. Le cuivre réduit, vers 300°, effectue une synthèse analogue. — **M. J. Senderens** décrit les résultats qu'il a obtenus par l'action de certains catalyseurs sur les alcools et les acides. L'alumine précipitée transforme les alcools méthylique, éthylique et propylique en éthers-oxydes, de 250 à 370°. La thorine convertit facilement les acides en acétones. — **M. A. Wahl** expose ses recherches dans la série des colorants indigoïdes. La phénylisoxazolone et ses dérivés de substitution se condensent facilement avec le chlorure d'isatine pour donner des indol-indigos bien cristallisés, solubles dans l'acide acétique en rouge violacé intense. D'autre part, l'oxindol se condense avec les aldéhydes pour former des iso-indogénides, et avec l'isatine pour donner un nouvel isomère de l'indigotine, le bis-indol-indigo-3:3, en aiguilles rouge-grenat.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

Séance du 18 Février 1909.

M. A. Mallock : *Les meilleures conditions pour l'agrandissement photographique de petits objets solides.* Lorsqu'on désire faire un agrandissement d'un objet qui n'est pas plat et dont toutes les parties ne peuvent, par conséquent, être au foyer, la question se pose de savoir quelle forme de lentille doit être employée pour obtenir les meilleurs résultats. L'auteur montre que, si l'on désire une certaine finesse minimum de définition, par exemple la séparation de points distants de a_1, alors, tout d'abord, la lentille employée doit être capable de résoudre les points situés à la moitié de cette distance, et ensuite, la plus grande distance b_2 de la surface au plan focal ne doit pas excéder $a/2\alpha$, où α est l'ouverture angulaire de la lentille. Le pouvoir résolvant d'une lentille dépandant de α et de la longueur d'onde, il est montré que, si $\alpha = n\lambda$, alors $b = n^2\lambda/4$ environ. Le mieux donc, pour photographier une surface courbe ou non pl..., est d'employer une lentille qui résout la moitié de la moindre distance à définir sur l'image. S'il en est ainsi, tous les points qui ne sont pas à une distance moindre de α_1 l'un de l'autre, et pas supérieure à $n^2\lambda/4$ du foyer, apparaîtront séparément dans l'image. D'un autre côté, si b est donné, la moindre distance qui sera résolue sur toute l'image est $2\sqrt{(b\lambda)}$. — **M. J. de Graaff Hunter** : *Un appareil pour mesurer le pouvoir définissant des objectifs.* Le principe général de la méthode employée peut être établi comme suit : L'image du tranchant d'un couteau, formée par une lentille photographique, examinée au microscope ne paraît pas comme un bord défini; l'éclairement de la partie brillante du champ diminue graduellement jusqu'à l'obscurité complète en un point situé à l'intérieur de la ligne représentant idéalement l'image exacte de l'arête. Le but visé est de mesurer l'intensité actuelle de l'éclairement dans l'image à des distances différentes de chaque côté de cette ligne idéale. La variation de l'éclairement avec la distance est naturellement très rapide et la distance totale sur laquelle il est nécessaire

de prendre les mesures est, en général, extrêmement faible. Pour isoler la bande parallèle au bord du couteau, dont l'éclairement doit être mesuré, on place une fente étroite dans le plan focal de l'objectif du microscope, laquelle est ainsi agrandie par l'oculaire. Pour mesurer l'intensité de l'éclairement vu à travers cette fente, par exemple l'éclairement le long d'une ligne parallèle à l'image idéale du bord du couteau, on emploie un mécanisme spécial par lequel cette image est rendue alternante avec la lumière d'une source constante, laquelle, cependant, peut varier dans une proportion mesurable, jusqu'à devenir d'une intensité égale à l'éclairement à mesurer. Cette égalité est jugée par l'absence de papillonnement lorsque les alternances se succèdent l'une à l'autre avec une fréquence appropriée. — M. **H. A. Miers** et Mlle **F. Isaac** ont étudié la *cristallisation spontanée de l'acide monochloracétique et de ses mélanges avec le naphtalène.* L'acide monochloracétique existe sous trois modifications α, β et γ, dont les auteurs ont établi les courbes de supersolubilité séparant les régions métastable et labile correspondant aux trois modifications. Les températures auxquelles les solutions recristallisent spontanément en cristaux α, β ou γ concordent avec les températures auxquelles les solutions correspondantes passent de l'état métastable à l'état labile. Dans l'étude de la cristallisation des mélanges d'acide monochloracétique et de naphtalène, les auteurs n'ont pu mettre en évidence la formation de cristaux mixtes, annoncée par Cady. Ils ont tracé quatre courbes de solubilité: celle du naphtalène dans l'acide monochloracétique et celle des acides monochloracétiques α, β et γ dans le naphtalène; chacune de ces dernières rencontre la courbe de solubilité du naphtalène en un point eutectique. De même, quatre courbes de supersolubilité ont été déterminées pour ces mélanges, donnant les températures auxquelles le naphtalène et les acides monochloracétiques cristallisent spontanément; elles se coupent en trois points hypertectiques. — MM. **le comte de Berkeley, E. G. J. Hartley** et **J. Stephenson** : *Les pressions osmotiques des solutions de ferrocyanure de calcium.* II. *Solutions faibles.* Cette communication donne les pressions osmotiques d'équilibre observées entre 25 et 5 atmosphères, et aussi les conductivités électriques des solutions les plus diluées; les auteurs montrent que, pour mettre les deux séries d'observations d'accord, il est nécessaire de supposer que la molécule saline s'associe lorsqu'elle est en solution. Des remarques similaires s'appliquent au ferrocyanure de strontium et ne sont pas incompatibles avec les données trouvées pour le sel de potassium.

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE DE LONDRES

Séance du 23 Avril 1909.

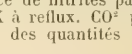
MM. **W. H. Bragg** et **J. L. Glasson** : *Sur le manque de symétrie présenté par les rayons X secondaires.* Quand un rayon X primaire frappe un atome, un rayon X secondaire part du point d'impact. Les expériences décrites par les auteurs ont eu pour objet de comparer l'intensité de l'émission du rayon X secondaire, dans une direction faisant un angle de 45° avec le primaire, avec l'intensité de l'émission dans une direction faisant un angle de 135°. Dans le cas d'atomes de Pt, Sn ou Al, ou d'atomes légers tels que ceux qui sont contenus dans le celluloïd, la première était beaucoup plus grande que la seconde, quelquefois triple. Madsen a obtenu des inégalités analogues, mais encore plus élevées, dans le cas des rayons γ. Les atomes de Cu ou Fe, qui donnent naissance à une radiation très douce, produisent une faible inégalité. Dans la théorie pulsatoire originale, le calcul montre qu'il ne devrait y avoir aucune inégalité de la radiation X secondaire dans aucun cas. Ce n'est que par l'hypothèse de rayons matériels qu'on pourrait expliquer ces faits. — **M. C. A. Sadler** : *La transformation des rayons X.* Les métaux du groupe Cr-Ag émettent, sous l'action de faisceaux primaires convenables, des radiations homogènes dont le pouvoir de pénétration augmente avec le poids atomique du radiateur. L'auteur a étudié la radiation tertiaire excitée par ces faisceaux homogènes dans d'autres métaux. La radiation tertiaire excitée dans chaque métal du groupe Cr-Ag est homogène, et son pouvoir de pénétration est celui qui est caractéristique de la radiation de la substance excitée par un faisceau primaire. Pour tout radiateur tertiaire, l'intensité du type homogène de radiations émis quand les radiations homogènes provenant des métaux du groupe Cr-Ag tombent successivement sur lui est inappréciable à moins que la radiation excitante ne soit plus pénétrante que celle qui est caractéristique du radiateur. En définissant une quantité k de telle sorte que la fraction de l'énergie du faisceau secondaire, traversant normalement une couche mince δx du radiateur tertiaire, qui est transformée en radiation tertiaire soit égale à $k\delta x$, on trouve que, tant que le pouvoir pénétrant du faisceau secondaire est moindre que celui qui est caractéristique du radiateur tertiaire, k est sensiblement égal à 0. Quand le faisceau secondaire devient plus pénétrant, k augmente rapidement jusqu'à un maximum, puis décroît sur un intervalle considérable, — le pouvoir pénétrant du faisceau secondaire continuant à augmenter, — suivant une fonction linéaire de l'ionisation produite dans une couche mince d'air par le faisceau secondaire. — M. **Lyle** : *Théorie du générateur à courant alternatif.* L'auteur examine le cas d'un alternateur monophasé sans fer. Le champ magnétique, supposé uniforme, est dû au courant dans une bobine fixe reliée avec une source de f. é. m. constante, et l'armature est une bobine de fil tournant dans ce champ avec une vitesse angulaire constante. Dans ces circonstances, on peut supposer que l'inductance mutuelle entre les deux circuits varie suivant la loi harmonique. L'auteur pose les équations différentielles qui déterminent les valeurs des deux courants et indique une méthode pour les résoudre. Les résultats prouvent que les harmoniques impairs apparaissent seuls dans l'expression pour le courant de l'armature et les harmoniques pairs seuls dans l'expression pour le courant du champ. La fréquence de l'ondulation induite superposée au courant excitateur est donc le double de la fréquence fondamentale; l'ondulation est asymétrique.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Séance du 5 Mai 1909.

M. **E. C. C. Baly** et Mlles **K. A. Burke** et **E. G. Marsden** ont étudié le spectre d'absorption de l'acide nitrique et de quelques nitrates métalliques dissous dans l'alcool, l'eau et leurs mélanges. L'acide nitrique diffère des nitrates en ce qu'il ne présente pas de bande d'absorption et possède une conductivité électrique très faible en solution alcoolique pure ; la bande d'absorption se développe et la conductibilité augmente considérablement par l'addition d'eau au solvant. — MM. **M. O. Forster** et **T. Thornley**, en condensant la camphoquinone avec l'aniline et quelques-uns de ses dérivés, ont obtenu des aryliminocamphres doués d'un fort pouvoir rotatoire ; la réduction de ces composés donne des aminocamphres peu actifs. — M. **A. W. Crossley** et Mlle **N. Renouf** montrent que l'hydrocarbure décrit par Harries et Antoni comme 1:1-diméthyl-$\Delta^{2:5}$— cyclohexadiène est un mélange des isomères 1:2 et 1:3. — MM. **H. T. Clarke** et **S. Smiles**, en faisant réagir Na^2S sur le chloracétal en solution alcoolique, ont obtenu du sulfure d'acétal qui, traité par un acide minéral, fournit un sulfure cyclique, le diéthoxythioxane, dans lequel le S possède une faible réactivité et dont le pouvoir de réfraction est anormal. — MM. **Al. Findlay** et **W. E. S. Turner** et Mlle **G. E. Owen** ont déterminé les constantes d'affinité des acides phénylméthoxy-,

phényléthoxy- et phénylpropoxy-acétiques et α-et β-hydroxy β-phénylpropioniques à 25°; les valeurs de 100 *k* sont égales respectivement à 0,074, 0,053, 0,048, 0,019 et 0,004. — MM. **W. J. Jones** et **K. J. P. Orton**, en traitant l'acétanilide en solution acétique à 0,25 °/o par la poudre de blanchiment, ont obtenu un mélange d'*o*- et *p*-chloracétanilides contenant 25 °/o du premier. — MM. **J. J. Sudborough** et **M. J. P. Davies** ont déterminé les constantes d'éthérification des acides acryliques substitués; les groupes méthyle ont un effet retardateur. — M. **F. D. Chattaway**, en faisant réagir Cl ou Br sur une hydrazine aromatique primaire en présence de KOH ou NaOH, a obtenu l'hydrocarbure correspondant avec dégagement d'Az. — MM. **D. L. Chapman** et **P. S. Mac Mahon** ont constaté que, lorsqu'un mélange humide de Cl et H contenant une quantité connue d'oxygène est exposé à une lumière d'intensité constante, la vitesse de formation de HCl est à peu près inversement proportionnelle à la quantité d'oxygène présente. — MM. **F. G. Donnan** et **W. Schneider** montrent que les solutions aqueuses pures d'acide violurique ne sont pas incolores comme le prétend Hartley. — M. **S. J. M. Auld** a retiré du bois de sapin des Indes, provenant du *Chloroxylon suretenia*, de l'oxalate de Ca, une protéine, deux résines inertes, une huile fixe et un alcaloïde $C^{21}H^{23}O^7Az$, lévogyre, F. 182°-183°, contenant 4 groupes méthoxyle, qu'il nomme *chloroxylonine*. — MM. **N. L. Gebhard** et **H. B. Thompson** ont étudié les composés diazohydroxylaminés; les groupes nitro-, bromo- et carbéthoxy- en position ortho en augmentent fortement la stabilité, tandis qu'il la diminuent beaucoup en méta ou en para. — M. **J. P. Edgerton** a obtenu l'anhydride camphorique avec un bon rendement en faisant régir l'acide chlorosulfonique sur l'acide camphorique. — M. **A. W. Titherley** et Mlle **E. Worrall**, en traitant la benzamide par PCl^5, ont obtenu, à froid sans solvant, de l'α-chlorobenzimide qui passe graduellement au benzonitrile, à chaud ou à froid avec solvant, du chlorure αα-dichlorobenzylphosphamique qui perd HCl pour donner du chlorure α-chlorobenzylidène-phosphamique $C^6H^5CCl:Az.POCl^2$. — M. **J. A. N. Friend** montre que, dans la titration du fer ferreux par le permanganate en présence d'HCl, la vitesse avec laquelle on ajoute le fer ferreux influe grandement sur le résultat de la titration. — MM. **G. G. Henderson** et **W. Cameron**, en oxydant le terpinène par le chlorure de chromyle, ont obtenu, à côté d'un peu de cymène et d'une cétone $C^9H^{12}O$, principalement de l'aldéhyde α-*p*-tolylpropylique et la *p*-tolylméthylcétone, dérivant du cymène. Le limonène donne aussi les mêmes produits. — MM. **T. S. Patterson** et **H. H. Montgomerie** ont étudié l'influence des solvants mixtes sur la rotation des composés optiquement actifs. — MM. **R. H. Pickard** et **J. Yates** ont résolu les acides Δ^3-dihydro-2-naphtoïque, phénylallylacétique, α-phénylvalérique, β-phényl-α-éthylpropionique et β-phényl α-méthylpropionique en leurs constituants actifs par cristallisation fractionnée de leurs sels de *l*-menthylamine. — M. **Al. Findlay** et Mlle **E. M. Hickmans** ont déterminé la vitesse de saponification d'un certain nombre d'acides propioniques substitués. L'introduction d'un groupe phényle accélère cette vitesse, excepté quand l'éther contient un groupe OH. L'introduction d'un groupe hydroxyle augmente la constante de saponification jusqu'à 12 fois sa valeur. — M. **R. Threlfall** présente un appareil pour effectuer des expériences à haute température sous une haute pression. Il a reconnu que la fluidité du graphite est fonction de la pression absolue à laquelle il est soumis; à haute pression, le graphite se solidifie et transmet très imparfaitement la pression dans cet état. — MM. **R. Robinson** et **J. L. Simonsen** ont poursuivi leurs recherches sur la nature de la rhéine. — M. **J. K. Wood** et Mlle **E. A. Anderson**, en faisant agir l'anhydride acétique sur un mélange de carbamide et d'acide malonique, ont obtenu de l'uréidomalonamide et de l'acide barbiturique. La première, traitée par NaOH, est transformée en barbiturate de soude. Les sels de l'acide barbiturique doivent avoir la constitution :



où M est un métal monovalent. — M. **E. R. Marle** décrit une méthode pour la détermination des carbonates en présence de nitrites par distillation avec le bichromate de K à reflux. CO^2 passe seul sans acide nitreux et avec des quantités négligeables d'oxyde nitrique.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE BERLIN

Séance du 4 Février 1909.

M. **M. Rubner** donne lecture d'un Mémoire sur *les bases d'une théorie de la croissance cellulaire*. Les expériences dont il rend compte ont été faites essentiellement sur différentes espèces de levures. Après avoir exposé les principes du métabolisme de la levure, il discute les relations entre la croissance et la matière alimentaire. L'absorption des aliments azotés dépend essentiellement de la tension dite alimentaire, c'est-à-dire de la proportion de l'azote de l'aliment à l'azote des cellules. Dans le cas d'une faible tension alimentaire, la levure ne dépose que des substances de réserve sans donner lieu à une croissance. Le commencement d'une croissance est déterminé par un « seuil d'excitation », correspondant numériquement à une tension alimentaire donnée. La tension alimentaire la plus basse de ce seuil de croissance est telle que la provision d'aliments suffit pour faire arriver à son terme définitif la subdivision de la cellule. Ni la durée nécessaire du stimulus, ni la quantité du dépôt alimentaire nécessaire pour amener la subdivision, ne peuvent encore être établies. L'auteur admet que la saturation complète de la levure en substances de réserve est nécessaire pour amorcer la croissance. Suivant les résultats de récents travaux de microscopie, la subdivision et la croissance dépendraient d'une relation donnée entre le noyau et le protoplasme, relation dite tension plasma-nucléaire. — M. **Zimmermann** rend compte de ses études sur *la résistance à la rupture de la barre droite à sections multiples*. Il fait voir que les équations générales qu'il a indiquées auparavant pour représenter la barre rectiligne, disposée sur des supports élastiques individuels et chargée par des forces longitudinales, fournit aussi, comme cas spéciaux, les conditions de rupture d'une barre rectiligne appuyée rigidement en deux points ou davantage, où, à l'intérieur ou à l'extérieur des supports, un changement de charge ou de section peut se produire. Les résultats, présentés sous la forme de déterminants à structure très régulière, permettent des conclusions générales quant aux relations qui existent entre la résistance à la rupture d'une barre et la résistance à la rupture de ses différentes parties. — M. **K. Stumpf** présente ses études de philosophie spéculative sur la loi causale universelle. Cette loi, qui n'est ni théorème aprioristique, ni postulat, ni définition simple, se déduit des uniformités observées de concert avec les lois de probabilité. En joignant ces dernières aux prémisses, on fait, de l'induction par énumération simple, un procédé de démonstration concluant et pleinement valable. C'est ainsi qu'on établit un intermédiaire entre le point de vue aprioristique de Kant et l'extrême empirisme de J. St. Mill.

Séance du 18 Février 1909.

M. **J. Orth** donne lecture d'un Mémoire relatif à *la métaplasie*. En écartant un certain nombre de phénomènes pseudo-métaplastiques, l'auteur discute : 1° le passage des ligaments aux épithéliums, et inversement, qu'il écarte à son tour; 2° le passage de l'épithélium cylindrique à l'épithélium plan, qu'il confirme dans une certaine mesure; 3° le passage mutuel entre différentes formes de tissus ligamentaires, surtout celui des tissus

ligamentaires osseux et cartilagineux, qu'il confirme, en distinguant entre la métaplasie des tissus, c'est-à-dire la conversion simultanée des cellules et de la substance intercellulaire, et la métaplasie cellulaire, c'est-à-dire la conversion exclusive des cellules. Les métaplasies limitées aux substances fondamentales ne se confirment pas. L'auteur finit par comparer l'hérédité latente ontogénétique et phylogénétique et la réaction ontogénétique et phylogénétique. De même qu'une cellule germinative humaine ne retourne jamais à l'état de cellule primitive, il ne se présente jamais de réaction de la cellule métazoïque humaine, à l'état de cellule embryonale non-différenciée. — M. **F. Schottky** présente une note rédigée par lui-même, conjointement avec M. **Jung**, à Hambourg, sur de nouveaux théorèmes relatifs aux fonctions du symétral et sur les fonctions d'Abel de la théorie de Riemann. En étudiant les différentes classes de fonctions d'Abel, appartenant aux équations algébriques fondamentales, les auteurs arrivent à un résultat qui complète la théorie de Riemann sur un point essentiel. — M. **L. Kœnigsberger** adresse un Mémoire sur *les relations qui existent entre les équations linéaires générales et les équations binômes*. De même que pour les équations algébriques, l'auteur tâche de transférer au domaine de l'Analyse, à l'aide de la théorie d'irréductibilité des équations différentielles linéaires, les propositions développées par Abel, sur la forme des fonctions algébriques à éléments donnés, l'expressibilité rationnelle de chacune de leurs parties par des solutions de l'équation algébrique appartenant comme coefficient à ses éléments, et l'impossibilité d'une solution algébrique des équations générales d'un degré supérieur au quatrième.

Séance du 4 Mars 1909.

MM. **E. Hagen** et **H. Rubens** adressent un Mémoire sur *la relation qui existe entre la température et le pouvoir d'émission des métaux*. Suivant nos vues actuelles, les phénomènes optiques de la plupart des corps sont déterminés par des électrons oscillant autour des positions d'équilibre stable et des groupes d'atomes électriquement chargés. Dans le cas des métaux, les électrons libres ou « de conduction » jouent, à leur tour, un rôle d'autant plus important qu'on avance plus loin vers les ondes croissantes. Dans la région des ondes les plus longues accessibles à l'investigation, les propriétés optiques des métaux sont déterminées presque exclusivement par les électrons libres. Les auteurs se sont posé la tâche d'examiner, pour un certain nombre de métaux et d'alliages et dans plusieurs régions du spectre, la relation qui existe entre le pouvoir d'émission et la température. Tous leurs échantillons présentent un pouvoir de polissage considérable et une faible oxydabilité. L'accord entre la théorie et l'expérience pour toutes les substances étudiées est aussi parfait dans le cas des rayons résiduels du quartz que dans celui des rayons du spath-fluor. Dans le cas du platine, la variation thermique du pouvoir d'émission est un peu supérieure à celle qui correspondrait aux propriétés électriques du métal. Le nickel présente des points d'inflexion correspondant aux points singuliers de ses courbes magnétiques et de résistance électrique. Les alliages à faible coefficient de température électrique, surtout le constantan, donnent des courbes isochromatiques qui ressemblent beaucoup à celle du corps noir. Dans les régions spectrales étudiées, les coeffients de température optiques des métaux correspondent encore presque parfaitement aux coefficients électriques. — M. Müller-Breslau présente un Mémoire de M. **F. Kötter**, sur la *pression exercée par le sable contre les orifices pratiqués dans le fond horizontal d'une boîte-réservoir*. On sait que les parois rigides sous-jacentes aux couches épaisses de sable sont loin d'être exposées à la pression élevée qui correspondrait aux lois hydrostatiques; inversement, la force nécessaire pour déplacer dans le sol les plaques de matière rigide augmente pour des profondeurs croissantes, suivant une puissance supérieure à la première. L'exemple traité théoriquement par l'auteur fait voir l'accord possible entre ces faits expérimentaux et la théorie de la pression terrestre basée sur l'hypothèse de Coulomb.

Séance du 18 Mars 1909.

M. **Th. Liebisch** adresse un Mémoire sur *les antimoniures d'argent*. Les antimoniures qu'on rencontre dans les gisements argentifères d'Andreasberg et de Wolfach, et qu'on embrasse sous le terme collectif de *dyscrasites*, renferment, à l'état inaltéré, d'une part le composé Ag^3Sb, qui se présente en cristaux rhombiques reconnaissables, en masse granuleuse, par leurs propriétés de cohésion, d'autre part des mélanges riches en argent (Ag, Sb), en agrégats à grains fins dont les individus ne permettent d'apercevoir aucune délimitation par polyèdres cristallins. Cependant, les formes de croissance des mélanges obtenus par synthèse font voir que cette série de mélanges, comme l'argent qui y prédomine, appartient au système régulier. Les cristaux de mélange-limite sont de la composition approchée Ag^8Sb. — M. **K. Peter**, professeur à l'Université de Greifswald, adresse un tiré à part de son Mémoire : Recherches expérimentales sur la variation individuelle dans l'évolution animale (Leipzig, 1909), ainsi que cinq Notes plus courtes représentant les résultats de recherches faites sous les auspices de l'Académie, à la Station zoologique de Naples.

Séance du 25 Mars 1900.

M. **J. H. Van 't Hoff** adresse la seconde partie de son ouvrage : « Zur Bildung der ozeanischen Salzablagerungen » (Sur la formation des dépôts salins océaniques) (Brunswick, 1909).

Séance du 1er Avril 1909.

M. **G. Frobenius** donne lecture d'un second Mémoire sur *les matrices positives*. Le théorème suivant lequel la plus grande racine positive d'une matrice positive est supérieure à la valeur absolue de toutes autres racines est démontré le plus simplement par le procédé de Cauchy. D'une façon générale, on peut faire voir que cette racine constitue la limite supérieure des racines de *toutes* les matrices, y compris les complexes, dont les éléments ne dépassent pas, en valeur absolue, les éléments correspondants de la matrice positive. Toute dérivée de l'équation caractéristique d'une matrice positive comporte à son tour une racine positive; les racines positives les plus grandes de ces dérivés forment une série décroissante.

ALFRED GRADENWITZ.

SOCIÉTÉ ALLEMANDE DE PHYSIQUE

Séance du 19 Mars 1909.

M. **O. Reichenheim** rend compte de ses *recherches sur la conduction de l'électricité dans les vapeurs électro-négatives et sur les rayons A_1*. Les travaux de M. Matthies ont fait voir que le gradient de potentiel et la chute anodique, au sein des vapeurs halogènes, dépendent, dans une mesure notable, de la pression et de l'intensité du courant. Des recherches de l'auteur, relatives à des pressions bien plus faibles, il résulte que la chute anodique augmente, jusqu'à une certaine limite, à mesure que le vide devient plus parfait, dépendant, non seulement de la pression totale, mais des pressions partielles de la vapeur efficace et des autres résidus gazeux. Pour les intensités intermédiaires entre 0,1 et 1,0 milli-ampère, cette chute augmente à mesure que s'accroît l'intensité du courant et que diminue la surface des électrodes. Ces phénomènes sont dus, semble-t-il, à ce que les halogènes absorbent des électrons négatifs (en formant des ions négatifs) à un degré bien plus élevé que les autres gaz. Les vapeurs d'autres substances électro-négatives (phosphore, iode, etc.) présentent, en effet, une allure

similaire. Les expériences de l'auteur viennent vérifier sa conjecture que la chute anodique serait réduite en engendrant artificiellement des électrons (par une cathode de Wehnelt, par exemple) dans l'enceinte où a lieu la décharge. Les vapeurs de phosphore et d'iode présentent le phénomène de raréfaction spontanée. La plus grande partie du phosphore précipité à l'état de phosphore rouge se trouve être chargée d'électricité négative. L'auteur constate la présence des rayons A_1, c'est-à-dire des rayons à masse négative traversant une anode perforée et qui, de même que les rayons-canal, se trouvent être composés de particules positivement chargées. Ils ont, on le voit, désagrégé sur leur parcours des électrons négatifs. — M. H. **Greinacher** adresse un Mémoire relatif à une *méthode de démonstration directe de la charge des rayons* α. Cette méthode consiste à faire frapper aux particules α une plaque réceptrice entourée, pour empêcher la charge de s'échapper, d'un isolateur solide. Une feuille d'aluminium de $0^{mm},0028$ d'épaisseur est collée sur une plaque de laiton, enduite d'une couche de laque plate d'environ $0^{mm},03$ et introduite dans de la paraffine, en laissant libre une section circulaire de 2,6 cm. de diamètre de la feuille d'aluminium. Un anneau de laiton, posé sur la feuille d'aluminium, délimitait une ouverture de 2,2 cm. de diamètre; il servait en même temps pour appliquer différents potentiels à l'armature supérieure. Au-dessus de cet anneau, et séparé de ce dernier par une coulisse de laiton, se trouvait disposé le produit de polonium émettant presque 2 millions de particules par seconde. Les mesures sont faites par la méthode des déviations constantes, indiquée par Bronson. Les résultats sont indépendants du milieu intermédiaire entre la plaque et la substance active. Il semble que les particules α, malgré leur vitesse toujours très considérable, soient parfaitement absorbées par la plaque.

Séance du 3 *Avril* 1909.

M. H. **Zahn** adresse un Mémoire *sur la résistance qu'opposent les fils de fer aux vibrations électriques rapides*. L'auteur y décrit, pour déterminer la perméabilité du fer par rapport aux courants alternatifs, une méthode nouvelle qui, tout en étant susceptible d'une grande précision, est exempte des inconvénients de tous les procédés antérieurs. Cette méthode est basée sur la comparaison des intensités de courant qui traversent les deux branches d'un circuit ne comportant que des résistances ohmiques et des self-inductions, comparaison faite à l'aide d'un thermomètre atmosphérique différentiel à fil chauffé. La section du fil est décomposée en un nombre aussi grand que possible de fils minces et parallèles, ce qui augmente le rayonnement thermique dans l'air ambiant, tout en diminuant l'inertie de l'instrument. La self-induction variable est constituée par deux barres de laiton cylindriques entre lesquelles on déplace un traîneau n'étant en bon contact qu'à sa face antérieure. Les résistances comparatives sont des fils capillaires de différents alliages (bronze phosphorique, manganine, constantan, etc.). Pour démontrer l'utilité de cette méthode, l'auteur indique les résultats des mesures comparatives de la résistance que présentent les fils de fer par rapport aux oscillations électriques rapides. Il résulte de ces mesures qu'une influence bien marquée de l'intensité du courant sur la perméabilité se constate jusqu'aux fréquences de 10^7. Dans ses expériences sur des vibrations vingt fois plus rapides, M. Klemencic avait été incapable d'en déceler une pour des variations d'intensité limitées à un intervalle relativement petit.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE VIENNE

Séance du 29 *Avril* 1909.

1° Sciences mathématiques. — M. W. **Wirtinger** présente ses recherches sur la représentation conforme par les intégrales abéliennes, en particulier pour $p = 1,2$. — M. K. **Hillebrand** décrit une méthode de calcul des coordonnées héliocentriques à angle droit d'une planète au moyen de l'intégration numérique et une méthode de différences basée sur la première pour le calcul des éphémérides.

2° Sciences physiques. — M. A. **Defant** présente ses recherches sur les vents de vallées et de montagnes dans le sud du Tyrol. De la marche diurne de la pression atmosphérique dans la plaine du Po et à Bozen, on déduit la marche des gradients périodiques agissant entre les deux contrées. La marche de ces gradients présente une période journalière simple, avec un maximum le matin et un minimum l'après-midi. Le gradient maxima du matin, qui est dirigé de la montagne vers la vallée du Po, est en moyenne de $0^{mm},85$; le gradient maximum de l'après-midi, qui est dirigé de la plaine vers les Alpes, est de 1 millimètre. Le premier produit le vent de la montagne, le second le vent de la vallée. — MM. J. M. **Eder** et E. **Valenta** ont fait une série de mesures de longueurs d'ondes dans la partie rouge des spectres d'étincelles. — M. R. **Schillinger** : Le spectre d'étincelles du potassium et du sodium. — M. H. **Sirk** a étudié la précipitation cathodique de l'induction du thorium de ses solutions chlorhydriques. La quantité précipitée est proportionnelle à la quantité d'activité induite du Th dans la solution; elle croît plus lentement que la quantité d'électricité envoyée par la pile; elle est indépendante de la tension et de la substance de la cathode, quand cette dernière n'est pas activée par la solution. — MM. R. **Wegscheider** et P. **Lux** ont mesuré la conductibilité électrique des solutions aqueuses des acides β-naphtalènesulfonique et *p*-toluènesulfonique et de leurs sels. Ils obéissent à la loi de dilution d'Ostwald jusqu'à 0,006 N, comme les autres acides organiques. — M. H. **Zikes** a trouvé sur les feuilles de laurier une levure qui possède la propriété d'assimiler l'azote de l'air. Cultivée à l'état pur en solution de glucose, elle fixe 2,3 à 2,4 milligrammes d'Az par gramme de sucre; à la surface, l'absorption est encore plus forte. Cette levure est une Torulacée et a été nommée *Torula Wisneri*.

3° Sciences naturelles. — M. M. **Holl** a observé, dans le domaine insulaire antérieur du cerveau de l'homme et du singe, deux formations jusqu'à présent inconnues, qu'il nomme *gyrus postremus insulæ* et *sulcus obliquus*. — M. H. **Molisch** a poursuivi ses recherches sur sa méthode de forçage des plantes par le bain chaud. En général, le bain chaud ne peut pas pousser les bourgeons des plantes ligneuses avant la chute annuelle des feuilles. Le bain d'eau ne peut pas être remplacé par un bain d'air humide chaud. Beaucoup de plantes de jardin se laissent très bien forcer par la méthode du bain chaud. — M. A. **Nalepa** décrit une nouvelle série de parasites produisant des galles : l'*Eriophyes macrochelus crassipunctatus* et l'*E. macrochelus megalonyx* sur l'*Acer campestre*; l'*E. paderineus* sur le *Prunus padus*; l'*Epitrimerus protrichus* sur l'*Aposeris fœtida*. — M. R. **Hoernes** expose les recherches récentes sur la formation du Bosphore et des Dardanelles. La pénétration de la mer Méditerranée dans les Dardanelles, la mer de Marmara, le Bosphore et la mer Noire n'a pu avoir lieu que lorsque le continent égéen s'est fracturé. Cette rupture s'est accomplie d'abord au sud, au commencement du Pliocène, puis au nord, à l'époque diluviale ancienne. — M. B. **Kubart** a étudié la flore du bassin houiller d'Ostrau-Karwin. Il y a trouvé une quantité de spores de *Spencerites* appartenant à une nouvelle espèce qu'il désigne sous le terme de *membranaceus*.

Louis Brunet.

Le Directeur-Gérant : Louis Olivier.

Paris. — L. Maretheux, imprimeur, 1, rue Cassette.

20e ANNÉE N° 12 30 JUIN 1909

Revue générale des Sciences pures et appliquées

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER, Docteur ès sciences.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. L. OLIVIER, 18, rue Chauveau-Lagarde, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et dans tous les pays étrangers y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Distinctions scientifiques

Elections à l'Académie Roumaine. — Dans sa séance du jeudi 10 juin, l'Académie Roumaine a élu comme membres étrangers : MM. Henri Poincaré, A. Haller et G. Lippmann, de Paris, collaborateurs de la *Revue*, et M. L. Henry, de Louvain. Nous sommes heureux d'enregistrer cet hommage à l'œuvre de trois des plus éminents représentants de la Science française.

§ 2. — Astronomie

La Réunion du Comité international permanent de la Carte du Ciel. — Pour la sixième fois, le Comité international permanent pour l'exécution de la Carte du Ciel vient de se réunir à l'Observatoire de Paris. Son œuvre est particulièrement importante et vaut la peine d'être exposée avec quelque étendue.

On se rappelle que, sur l'initiative de l'amiral Mouchez, initiative justifiée par les admirables photographies obtenues à l'Observatoire de Paris par les frères Henry avec leur nouvel équatorial astrophotographique, un Congrès international a décidé en 1887 d'entreprendre le levé photographique de la Carte du Ciel par une coopération de dix-sept observatoires et avec des instruments du même type que celui des Henry. Cette œuvre immense, fournissant des renseignements précis sur la position et la grandeur de plus de vingt millions d'étoiles, sera assurément, une fois terminée, le fondement le plus précieux de toutes les recherches astronomiques. Son accomplissement paraissait au début à ses promoteurs devoir demander au plus une quinzaine d'années; en voilà vingt qu'on y travaille et nous sommes loin de la fin. Ce retard était inévitable et s'est montré fécond, car la mise en pratique d'une méthode nouvelle soulève bien des problèmes inattendus; et l'action du Comité permanent n'a pas tardé à s'étendre sur presque toutes les branches de l'Astronomie.

Le projet primitif demandait la construction d'un atlas donnant l'image de tous les astres jusqu'à la 14e grandeur, c'est-à-dire de tous ceux que l'on voit dans une lunette de 60 centimètres de diamètre; mais, tandis que les atlas existants ne permettaient que de se reconnaître sur la voûte étoilée, celui-ci devait être un document des plus précis; il fallait que le mode de reproduction purement photographique conservât avec fidélité à des images de quelques centièmes de millimètre de diamètre non seulement leurs positions, mais encore leurs grandeurs relatives.

La réunion du Comité de 1896 avait recommandé le procédé par héliogravure, qui a l'avantage énorme de laisser pour l'avenir, dans la plaque de cuivre qui a servi à faire les tirages, un document presque indestructible, mais qui a l'inconvénient d'introduire un grand nombre de fausses images qu'il faut savoir distinguer des vraies. Pour cela, on a dû faire sur chaque cliché trois poses successives, donnant de chaque étoile trois images disposées au sommet d'un triangle équilatéral; on reconnaît ainsi immédiatement les véritables images d'étoiles, mais la durée des poses est triplée. Aussi les clichés de la Carte sont-ils loin d'être terminés. Les observatoires français ont obtenu environ le tiers de ceux qui leur sont attribués; il en est à peu près de même des observatoires de San Fernando (Espagne) et de Tacubaya (Mexique), qui font héliograver leurs clichés par l'héliograveur des observatoires français. Les observatoires anglais et celui d'Helsingfors ont fait leurs clichés avec une seule pose et les ont achevés; Greenwich a même reproduit les siens, mais ses épreuves sur papier au gélatino-bromure, quoique fort belles, sont assurément beaucoup moins stables, et ont moins de valeur pour l'avenir que les plaques de cuivre des héliogravures. D'autres observatoires ont à peine commencé leur tâche; quelques-uns même y ont renoncé.

A la construction de cet atlas vint s'ajouter dès 1889 l'établissement d'un catalogue donnant les positions précises de toutes les étoiles jusqu'à la 11e grandeur. Les clichés nécessaires à courte pose ont pu être assez rapidement obtenus dans la plupart des observatoires, et la difficulté pratique, ne tenant qu'au nombre énorme de mesures et de calculs à faire, s'est réduite à une question d'argent; mais il y avait des difficultés théoriques à résoudre. Un cliché stellaire représente une projection centrale de la sphère céleste sur un de ses plans tangents; les mesures rectangulaires faites dans ce

plan ne sont pas immédiatement exprimées en coordonnées sphériques : ascension droite et déclinaison. Il a donc fallu établir des formules de transformation aussi simples que possible. Celles-ci nécessitent la connaissance préliminaire des coordonnées sphériques, fournies par les instruments méridiens, d'un certain nombre d'étoiles, dites *étoiles de repère*. Malheureusement, il n'existe pas de bonnes positions méridiennes pour toutes les étoiles que l'on voudrait utiliser, et un des premiers soucis de plusieurs des observatoires coopérant au Catalogue a été l'établissement de catalogues méridiens supplémentaires, ce qui ne rentrait assurément pas dans les projets primitifs. Le plan de travail adopté permet, d'ailleurs, de diminuer le nombre des étoiles de repère nécessaires. Les régions photographiées sur chaque cliché s'imbriquent, en effet, les unes les autres, et l'on doit trouver, pour les étoiles des régions communes, les mêmes coordonnées, quel que soit le cliché d'où l'on tire leurs positions. Cette remarque permet de faire concourir à la détermination des éléments d'un cliché les étoiles de repère des clichés voisins. Ce travail de raccordement n'est pas commencé; on n'a pas encore défini quelle est la bonne méthode pour le faire.

Indépendamment des positions des étoiles, le Catalogue doit donner leurs grandeurs. Le problème à résoudre dans ce but est triple : il faut pouvoir classer les étoiles d'un même cliché par ordre de grandeur croissante, puis raccorder photométriquement les divers clichés de façon que leurs données soient comparables, malgré les différences apparentes produites par les variations de sensibilité des plaques et de transparence de l'air; enfin, il faut définir l'unité dans laquelle les résultats seront exprimés. Il est assez facile de classer les images des étoiles d'un cliché; elles ont, en effet, des diamètres qui croissent avec les grandeurs des étoiles. Mais, pour uniformiser les résultats et pour choisir l'unité de grandeur, il n'y avait point d'entente avant la dernière réunion. Beaucoup avaient résolu en partie le problème en comparant les grandeurs de certaines étoiles, déterminées par les procédés de la photométrie visuelle, avec leurs grandeurs estimées sur les clichés; mais il est un peu illusoire de vouloir identifier les deux genres de résultats, qui ne sont pas fournis par les mêmes radiations spectrales.

Les avantages qu'offraient, pour la détermination de la parallaxe solaire, les observations de la planète Eros pendant l'hiver de 1900, et la grande précision que l'on attribuait à la méthode photographique engagèrent, sur la proposition de M. Lœwy, un grand nombre d'observatoires à arrêter quelque temps le travail de la Carte du Ciel pour se consacrer aux observations d'Eros et à leurs réductions. La discussion de la masse énorme de documents ainsi accumulés, menée à bonne fin par M. Arthur Hinks, de l'Observatoire de Cambridge, indépendamment de l'importance qu'offrait son objet propre, a rendu le plus grand service à l'œuvre du Catalogue photographique; elle a mis en évidence bien des causes d'erreur auxquelles on ne s'attendait pas dans les défauts des objectifs, dans les positions des étoiles de repère et dans les méthodes de réduction.

Dans la réunion qui vient d'avoir lieu, le Comité avait naturellement à discuter tous les points en suspens, et à préparer les observations d'Eros pendant l'opposition de 1931. Un intérêt particulier de sa première séance était l'annonce du résultat trouvé par M. Hinks pour la parallaxe solaire : 8″,806 à 2 ou 3 millièmes de seconde près, nombre très peu différent de celui (8″,80) admis précédemment.

Les décisions prises ont été très importantes. On a réglé le sort des zones de l'hémisphère sud, non commencées; trois observatoires se sont offerts pour les observer. L'héliogravure des cartes n'avait été faite jusqu'à présent que par les Observatoires français, et par ceux de San Fernando et de Tacubaya; l'Observatoire royal de Belgique va suivre leur exemple, en se chargeant, pour la carte, de la zone dont l'Observatoire de Potsdam fait le catalogue. Mais il reste pour la carte bien des zones que les observatoires qui s'en étaient chargé paraissent abandonner, à cause du manque de temps, d'argent ou d'héliograveur. Les astronomes français ont eu la grande satisfaction de voir confier à leur pays la reproduction des clichés de toutes les zones coupant l'écliptique et restées en souffrance; ils légueront ainsi aux astronomes de l'avenir l'image sur cuivre d'une grande moitié du ciel, la plus intéressante, monument digne de leurs compatriotes qui, pendant le XIXe siècle, ont travaillé à en dresser la carte visuellement.

Pour les grandeurs des étoiles du Catalogue, on s'est définitivement débarrassé du souci de les faire concorder avec les grandeurs des catalogues visuels, en adoptant pour grandeurs types celles d'une série d'étoiles voisines des pôles, étudiées photographiquement par l'Observatoire d'Harvard College.

Enfin, on a décidé, en vue de l'amélioration des positions des étoiles de repère, d'entreprendre un nouveau système complet de catalogues méridiens fondamentaux. C'est là une entreprise de la plus haute importance et des plus difficiles, rendue possible par les progrès accomplis depuis vingt ans dans la construction des instruments méridiens; elle pourra aboutir dans un temps relativement court, grâce à la collaboration et à l'entente d'un bon nombre d'observatoires et des astronomes les plus compétents en la matière.

Le Comité permanent de la Carte du Ciel, qui avait déjà étendu ses fonctions en dirigeant les observations d'Eros, les étend donc encore de beaucoup. Il n'y a guère, en effet, parmi les diverses branches de l'Astronomie, que la spectroscopie qui ne soit pas affectée par un changement dans les systèmes fondamentaux des positions et des grandeurs des étoiles, et le Comité, comme le disait un de ses membres éminents, se trouve ainsi à la tête d'une nouvelle organisation de l'Astronomie. On voit combien a été féconde l'œuvre internationale due à l'initiative de Mouchez et des Henry.

Jules Baillaud,
Astronome-adjoint à l'Observatoire de Paris.

§ 3. — Géodésie

L'état actuel des travaux du Nivellement général de la France. — Depuis 1885, un Service spécial, dépendant du Ministère des Travaux publics, exécute le nivellement de nos principales voies de communication (chemins de fer, canaux, routes et chemins), en vue d'obtenir finalement, pour les besoins de la Science, une exacte définition du relief du territoire et en vue de faciliter aussi les opérations de toute nature (tracé de nouvelles voies, recherches et amenées d'eau potable, irrigations et drainages) dont le sol est le théâtre.

Ces nivellements ont été répartis en quatre ordres d'opérations, greffées les unes sur les autres, et dont la précision décroît, du 1er au 4e ordre, avec l'aire, de plus en plus petite, des mailles à niveler.

Dans un Rapport officiel adressé au Ministre, M. Ch. Lallemand, ingénieur en chef des Mines, directeur du Service du Nivellement, vient de rendre compte des travaux effectués par ce Service en 1908. Nous croyons intéresser nos lecteurs en extrayant de ce rapport quelques chiffres qui montrent l'état d'avancement de l'entreprise (voir aussi fig. 1).

Au cours de la dernière campagne, on a exécuté les nivellements ci-après :

1° Entre Cambrai et Compiègne, nivellement de précision d'une partie de la voie navigable de la Belgique sur Paris.	201 km.
2° Lignes du réseau de 3e ordre et routes nationales dans le midi de la France.	3.829
3° Lignes du réseau de 4e ordre dans les régions où s'effectue la réfection du cadastre. . . .	347
A reporter.	4.377 km.

Report	4.377 km.
4° Nivellement de vallées dans les Alpes . . .	252
5° Relevé de profils en long de cours d'eau dans les Alpes	558
6° Nivellement effectué sur la commune de Dombasle (Meurthe-et-Moselle) et ses environs, pour mesurer les affaissements locaux du sol	69
7° Vérification dans le bassin houiller, et complément de l'ancien nivellement du département du Nord.	1.022
Ensemble.	6.278 km.

Eu égard aux réseaux de 1er et de 2e ordre, entièrement terminés depuis 1898, le développement total des lignes nivelées dépasse actuellement 93.000 kilomètres.

Les plaquettes en porcelaine fixées sur les repères, ou à côté de ceux-ci, pour en indiquer le matricule et l'altitude, sont actuellement en place sur toutes les sections de 1er et de 2e ordre, sur les deux tiers environ des lignes de 3e ordre[1] et sur le tiers de celles de 4e ordre[2].

Pour ces mêmes lignes, les résultats des travaux du nivellement général de la France sont, en outre,

Fig. 1. — *Etat d'avancement des nivellements au 1er juillet 1908.*

INDICATIONS GÉNÉRALES

Lignes du réseau de 1er ordre . . . . . .
— — 2e — . . . . . .
— — 3e — . . . . . .
Lignes de nivellement des pays étrangers.
Raccordements avec les pays étrangers. .
Marégraphes et Médimarémètres. . . . .

EXÉCUTION DES NIVELLEMENTS

Réseaux de 1er et 2e ordres . . . . . Termines.
Réseaux de 3e et 4e ordres :
Zones nivelées au 1er janvier 1907 . . . .
— en 1907 et 1908 (1er semestre

Pendant le 2e semestre 1908 ont été nivelées les lignes de 3e ordre situées dans les mailles de 2e ordre K'c, K'd et T'd.

comprenant 4.177 kilomètres de nouveaux itinéraires et 2.107 kilomètres d'anciens nivellements réitérés.

Le réseau nivelé de 3e ordre s'est accru ainsi de 2.430 kilomètres; au 31 décembre 1908, il atteignait 36.369 kilomètres, soit 81 °/o du développement total prévu (45.000 kilomètres) de ce réseau.

A la même date, le réseau de 4e ordre comptait 27.573 kilomètres nivelés, soit 16 °/o de son développement probable (170.000 kilomètres).

publiés dans un Répertoire graphique définissant, avec des cartes et des croquis, les emplacements et les altitudes des repères.

Selon la nature des voies en bordure desquelles ils

[1] Dans la zone limitée, à l'Ouest et au Sud, par une ligne joignant Saint-Lô, Segré, Redon, La Roche-sur-Yon et Lyon, et dans la zone comprise entre Royan, Limoges, Brives, Marmande et Arcachon.

[2] Notamment dans tout le département du Pas-de-Calais.

sont situés, les repères sont annuellement soumis à la visite des agents des Ponts et Chaussées ou du Service vicinal chargés de leur entretien. Le Service du Nivellement centralise les procès-verbaux de ces visites, et prend les mesures nécessaires pour remplacer les repères avariés ou détruits.

Il reçoit, en outre, et dépouille les observations du niveau de la mer, effectuées en quinze points du littoral de la Manche, de l'Océan et de la Méditerranée.

Le niveau moyen de la Méditerranée à Marseille, calculé pour la période de 1885 à 1908, est de 2 centimètres au-dessus du zéro normal du Nivellement général de la France. Dans les autres ports, l'altitude du niveau moyen, par rapport au zéro normal, est partout comprise entre — 8 centimètres (Cherbourg) et + 19 centimètres (Saint-Jean-de-Luz), confirmant ainsi l'égalité approximative de niveau entre la Méditerranée et l'Océan, signalée pour la première fois, en 1890, par M. Lallemand.

§ 4. — Art de l'Ingénieur

La transformation de l'énergie solaire en puissance mécanique. — Le Soleil nous envoie, parmi ses multiples radiations, une quantité de chaleur qui, si elle était entièrement convertie en travail, donnerait, d'après Langley, une puissance d'environ 2 ch. 6 par mètre carré de surface exposée au rayonnement solaire. Il est donc tout naturel de chercher à utiliser cette chaleur en la transformant en une puissance mécanique, et l'on s'y est attaché depuis longtemps; mais il ne suffit pas, pour en obtenir une puissance utilisable, de disposer d'une source de chaleur; il faut aussi une chute de température, dont l'utilisation industrielle est d'autant plus difficile que cette chute est plus faible, comme dans le cas des chutes d'eau, et pour la même raison : le prix et l'encombrement considérables des mécanismes et appareils nécessaires pour l'utilisation de ces faibles chutes. C'est bien ce qui a retardé jusqu'ici, en hydraulique, l'utilisation de l'énergie lunaire par celle des marées.

L'utilisation de la chaleur solaire a été tentée par bien des inventeurs, notamment, en France, par Mouchot (1871) et Tellier, en Suède, par Ericson (1883). Mouchot et Ericson employaient la concentration des rayons solaires pour faire bouillir de l'eau ou tout autre liquide plus volatil dans une chaudière sur laquelle on concentrait les rayons de miroirs coniques ou paraboliques. Mais ces miroirs coûtaient très cher; il leur fallait, dans les circonstances les plus favorables, environ 10 mètres carrés de surface par cheval, de sorte que, malgré les grandes ressources d'argent dont il disposait et sa grande ingéniosité, Ericson dut y renoncer après y avoir consacré plus de 500.000 fr. L'un des derniers appareils de ce genre, établi en 1898 à Pasadéna, en Californie, donnait à peine 10 chevaux avec une surface de miroirs de 930 mètres carrés[1].

Tellier, vers 1885, proposa et même réalisa en petit l'utilisation de la chaleur solaire par l'absorption directe de cette chaleur dans une chaudière lamellaire constituée par une grande surface plate, une sorte de lame d'eau ou d'un liquide plus volatil, tel que l'ammoniaque ou le sulfure de carbone, comprise entre des plaques de tôle nommées plaques caloriques[2].

Les miroirs paraissent devoir être définitivement abandonnés, tandis que l'on revient, au contraire, aux idées de Tellier, avec des ressources autrement abondantes et des concours plus persévérants que ceux dont disposait l'inventeur français, et il semble que l'on soit bien près de réussir, comme on le jugera, d'ailleurs, par les travaux de deux ingénieurs américains, MM. Shuman et Willsee[3], que M. Gustave Richard a exposés à l'une des dernières séances de la *Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale*. Nous lui empruntons les renseignements qui suivent :

M. Shuman emploie comme fluide moteur de l'eau, tout simplement, dont il utilise directement la vapeur dans une turbine de basse pression.

La chaudière de Shuman est établie sur le principe des serres, c'est-à-dire sur la propriété que possède le verre à vitre de laisser passer la chaleur des radiations solaires, mais de s'opposer à son retour dans l'atmosphère. Cette chaudière est constituée par une grande cuvette bitumée, creusée en forme de bac à une faible profondeur. Pour une puissance de 1.000 chevaux, dans un climat comme celui de l'Egypte, par exemple, cette surface aurait 120 mètres de côté, avec un fond en asphalte de 5 centimètres d'épaisseur, recouvert d'une couche d'eau de 75 millimètres, protégée au nord et au sud par des palissades en bois ou en fer de 3 mètres de hauteur, à l'est et à l'ouest par des vitrages verticaux de même hauteur. Au-dessus de cette tranche d'eau, on maintient une couche de paraffine de $1^{cm},5$ d'épaisseur, et le réservoir ainsi constitué est fermé par des carrés de verre sur châssis en bois à $0^{m},15$ au-dessus de l'eau. Les parois mêmes du réservoir sont en bois créosoté, beaucoup plus résistant au soleil et moins indéformable que le fer.

L'eau s'écoule lentement sous la couche de paraffine, absorbante de la chaleur et qui dispense d'une seconde lame de verre; de ce réservoir, elle passe soit directement à la turbine, soit à un réservoir de 22 mètres de diamètre sur 9 mètres de hauteur, qui emmagasine l'eau nécessaire à la marche de nuit ou pendant les matinées et les soirées, le soleil n'agissant en pleine activité que pendant six heures sur vingt-quatre. L'eau chaude du réservoir générateur, ou du haut de cette réserve, passe dans la turbine, et sa température, dès l'admission à la turbine, s'abaisse de 95 à 40° par exemple, en la transformant en un mélange de vapeur et d'eau, qui, après son action dans la turbine, passe au condenseur refroidi par de l'eau d'irrigation; de ce condenseur, l'eau condensée froide revient au bas du réservoir accumulateur par un fond percé de nombreux trous qui lui permettent de déplacer lentement l'eau chaude du haut de la réserve, sans s'y mélanger.

Dans cette installation, qui n'est qu'un projet, M. Shuman estime à 200 francs par cheval l'établissement de sa chaudière de 120 mètres de côté, qu'il faudrait remplacer, d'après lui, tous les vingt ans. Ce n'est là, évidemment, qu'une hypothèse, mais basée sur des résultats acquis par de nombreuses expériences, notamment dans une petite installation d'essai établie en 1907 à Philadelphie, et qui était constituée par un serpentin disposé dans une serre de 6 × 18 mètres, à deux vitrages séparés dans une lame d'air. L'eau, portée à une centaine de degrés par les radiations solaires, actionnait une machine verticale à cylindre de 230 × 250 millimètres, dont l'échappement se faisait dans un condensateur aérien. Cette installation d'essai a parfaitement fonctionné en 1907-1908, avec des résultats sur lesquels on s'est basé dans l'étude de ce projet d'une puissance de 1.000 chevaux.

M. Willsee emploie, comme M. Shuman, une chaudière lamellaire à vitrage, mais il applique la chaleur de son eau à vaporiser un liquide très volatil : ammoniaque ou acide sulfureux, à la vapeur duquel il fait décrire, dans un moteur approprié, le cycle fermé bien connu de ce genre de machines.

M. Willsee a déjà établi plusieurs installations de son système, dont la dernière à Needles, en Californie, avec chaudières de 100 mètres carrés environ, qui a permis de recueillir une puissance de 15 chevaux en moyenne. Le liquide cyclique employé est l'acide sulfureux.

D'après les résultats d'une étude pratique de plusieurs années, M. Willsee évalue à 9 francs environ par mètre carré le prix de sa chaudière et de ses accessoires, et compte qu'elle pourrait absorber, dans les

[1] *Engineering News*, 9 mai 1909.
[2] *Elévation des eaux par la chaleur atmosphérique* (1889), et *La conquête pacifique de l'Afrique occidentale par le soleil* 1890, Brochures de M. Tellier, Paris, Michelet.
[3] *Engineering News*, 13 mai 1909.

régions au-dessous du 34e parallèle, en moyenne, 5.000 calories de chaleur solaire par mètre carré de surface et par jour, ce qui mène, en tenant compte des variations possibles, à une surface d'environ 40 mètres carrés par cheval et à une dépense de 360 francs, à laquelle il faudrait ajouter environ 10 °/₀ pour les accumulateurs de chaleur en réserve. La machine, son condenseur et son vaporisateur d'acide sulfureux coûteraient environ 300 francs par cheval, en tablant sur les prix d'une machine de Josse de 400 chevaux construite par Sulzer, de sorte que l'on peut évaluer, pour une grande installation de 400 chevaux, par exemple, la dépense totale par cheval à environ 800 francs, chiffre très élevé, mais qui, en comptant la dépense de charbon à 7 cent. 1/2 par cheval, ramène néanmoins le prix du cheval-heure de l'installation solaire à 3 centimes le cheval-heure, au lieu de 10 centimes pour l'installation avec une machine à vapeur ordinaire ne coûtant, d'établissement, que 200 francs par cheval. La machine à vapeur, pour ne pas dépenser plus par cheval-heure, devrait se procurer son charbon à 3 fr. 04 la tonne, et ce prix d'équivalence ne pourrait guère s'élever à plus de 10 francs la tonne pour un moteur à gazomètre.

Il ne s'agit encore, ici, que d'espérances, mais assez fondées, semble-t-il, pour que cette renaissance du moteur solaire, à l'origine duquel on rencontre les noms de deux inventeurs français, Mouchot et Tellier, mérite d'être signalée.

§ 5. — Physique

L'unification des unités lumineuses. — Dans le but de déterminer aussi soigneusement que possible les rapports des unités photométriques d'Amérique, de France, d'Allemagne et de Grande-Bretagne, des comparaisons ont été faites à différentes reprises durant les dernières années entre les unités lumineuses conservées au Bureau of Standards de Washington, au Laboratoire central d'Electricité de Paris, à la Physikalisch-Technische Reichsanstalt de Berlin et au National Physical Laboratory de Londres.

L'unité lumineuse du Bureau of Standards a été conservée par l'intermédiaire d'une série de lampes à incandescence électrique dont les valeurs avaient été déterminées à l'origine en fonction de l'Hefner.

L'unité lumineuse du Laboratoire central d'Electricité est la bougie décimale vingtième de l'étalon défini par la Conférence Internationale des Unités de 1884 et qui est prise comme 0,104 de la lampe Carcel, conformément aux expériences de M. Violle.

L'unité lumineuse de la Physikalisch-Technische Reichsanstalt est donnée par la lampe Hefner brûlant dans une atmosphère à la pression barométrique normale (76 centimètres) et contenant 8,8 litres de vapeur d'eau par mètre cube.

L'unité lumineuse du National Physical Laboratory est donnée par la lampe de 10 candles au pentane de Vernon Harcourt, brûlant dans une atmosphère à la pression barométrique normale (76 centimètres) et contenant 8 litres de vapeur d'eau par mètre cube.

Outre les comparaisons directes des lampes à flamme effectuées récemment dans les Laboratoires nationaux d'Europe, des mesures furent faites en 1906 et en 1908 entre les unités européennes et américaines par l'intermédiaire de lampes électriques à filament de carbone soigneusement étudiées, et le résultat de toutes ces comparaisons donne les relations suivantes entre les unités lumineuses énumérées ci-dessus.

Aux erreurs d'expérience près, l'unité anglaise au pentane a la même valeur que la bougie décimale; elle est de 1,6 °/₀ moindre que la bougie étalon des Etats-Unis d'Amérique et 11 °/₀ plus grande que l'unité Hefner.

Le Bureau of Standards a pris l'initiative de provoquer l'unification des mesures lumineuses en Amérique, en Angleterre et en France, et, dans ce but, a proposé de réduire son unité lumineuse de 1,6 °/₀. La date fixée pour ce changement est le 1er juillet 1909.

A partir de cette date, dans les limites de précision nécessaires pour les besoins de la pratique industrielle, on pourra utiliser les rapports suivants :

1 Bougie décimale = 1 Bougie américaine = 1 Bougie anglaise, et l'unité Hefner sera considérée comme égale à 0,9 de cette valeur commune.

Le Bureau of Standards d'Amérique, le National Physical Laboratory d'Angleterre et le Laboratoire central d'Electricité se sont mis d'accord pour assurer la constance de cette unité lumineuse commune.

Sur l'initiative du Comité électrotechnique français, puis du Comité électrotechnique britannique, la Commission électrotechnique internationale a été saisie d'une proposition tendant à donner à cette unité lumineuse commune le nom de *Bougie internationale*.

§ 6. — Physiologie

La perception des signaux de chemins de fer. — La sécurité des voies ferrées est assurée par l'interprétation d'une série de signaux colorés que doivent connaître et traduire fidèlement les employés, mécaniciens et chauffeurs, qui mettent en marche et conduisent les convois. Il serait banal d'insister sur l'importance des conséquences d'une mauvaise traduction des signaux colorés; elle augmente chaque jour avec la vitesse des moyens de locomotion des grandes lignes. Chacun l'admet : il faut que le chef de station, le chef de train, la garde-barrière, le mécanicien, l'aiguilleur possèdent une acuité chromatique irréprochable et que cette faculté soit telle à tout instant.

Pour obtenir semblable résultat, des examens de la vision chromatique sont nécessaires. Ils sont, en effet, réglementaires à l'arrivée d'un candidat; ils doivent être répétés tous les dix ans dans certaines compagnies : la Compagnie P.-L.-M., par exemple. Mais ils sont faits de certaines façons qui ne sont pas exemptes de critiques. M. le Dr J. Clerc vient de se livrer à ce sujet à une série de recherches intéressantes[1], qui l'ont amené à des conclusions utiles à reproduire :

1° L'examen des employés candidats aux services des voies ferrées doit être fait méthodiquement en ce qui concerne la vision des couleurs. L'échelle de Sauvineau, les échelles de Parinaud et de Dor sont indispensables pour cet examen. Il sera complété par des examens sur les voies ferrées;

2° Cet examen fait à l'arrivée doit être répété tous les trois ans, à la suite de toute affection oculaire, de toute infection générale; il doit être plus fréquent chez les fumeurs, les alcooliques; il sera fait également dans tous les cas de traumatisme, et chez la femme dans tous les cas de grossesse;

3° Chaque mécanicien doit avoir sa fiche oculaire, courte, mais très utile pour les examens consécutifs;

4° Les signaux colorés actuels répondent aux besoins et, s'ils sont bien interprétés, leur traduction évitera à coup sûr tout accident. Une seule rectification paraît devoir être faite en ce qui concerne les bordures de ces signaux. Les sémaphores rouges devraient avoir une bordure noire ou verte de 4 centimètres au lieu d'une bordure blanche. Les sémaphores jaunes devraient avoir une bordure grise au lieu d'une bordure noire; les signaux verts, une bordure noire au lieu d'une blanche, et les disques ou signaux bleus une bordure grise, en raison de la visibilité plus grande de ces couleurs sur ces fonds;

5° Chaque mécanicien ou chauffeur devrait être doté d'une lunette grillagée à verre jaune orangé.

Il faut souhaiter qu'un nouveau règlement vienne assurer, d'une façon plus scientifique et plus certaine, la sécurité des voies ferrées, en tenant compte des conclusions précédentes.

[1] *Revue gén. d'Ophtalmologie*, novembre et décembre 1908.

L'ANAPHYLAXIE

Il est relativement facile de présenter dans son ensemble une question à l'étude, quand celle-ci se rattache à une hypothèse ou à une théorie solidement établie, quand les faits qu'elle embrasse concordent entre eux et ressortissent tous à un phénomène général, sinon à une loi définitivement établie. Cette tâche est moins aisée quand, malgré leurs analogies, les faits sont rattachés les uns aux autres par un lien dont il est encore impossible de saisir la nature exacte. C'est précisément le cas de l'anaphylaxie. A l'heure actuelle, nous ne possédons même pas de définition satisfaisante de cet état particulier, sur lequel M. Ch. Richet avait, le premier, attiré l'attention en 1902. Pour lui, l'anaphylaxie (ἄνα = contraire de, φύλασσις = protection) serait « le contraire de la protection », le contraire de la prophylaxie. D'autres la considèrent comme « une vaccination à rebours ». Ces deux définitions laissent manifestement à désirer. Aussi bien, avant d'aller plus loin, nous résumerons la première expérience, aujourd'hui classique, de M. Richet : mieux que les définitions ci-dessus citées, elle nous montrera ce qu'il faut comprendre sous le nom d'anaphylaxie.

I. — L'anaphylaxie d'après M. Richet.

§ 1. — Qu'est-ce que l'anaphylaxie?

Un chien reçoit, en injection intra-veineuse, une dose de congestine (poison extrait des tentacules d'actinie) évaluée à 0 gr. 05 par kilog d'animal. Immédiatement après l'injection, ce chien ne présente rien de particulier. Mais bientôt il est pris de diarrhée avec ténesme et coliques extrêmement vives, et sa température s'abaisse. Le lendemain et les jours suivants, la diarrhée, l'hypothermie s'accentuent; l'animal paraît très faible, amaigri. Cet état d'intoxication persiste deux ou trois jours, puis se dissipe peu à peu. Au bout de dix à douze jours, l'animal se remet à manger comme d'habitude, reprend sa gaieté, retrouve le poids qu'il avait auparavant. Un mois plus tard, il est impossible de le distinguer d'un chien normal.

Si à ce moment, si un mois après la première injection de poison, on lui fait, dans les veines, une nouvelle injection de congestine, non pas de 0 gr. 05 de congestine par kilog, mais seulement de 0 gr. 0025, c'est-à-dire d'*une dose vingt fois plus faible*, voici les phénomènes qu'on observe :

A peine l'injection est-elle terminée que le chien est pris de vomissements intenses, violents, répétés, parfois sanguinolents. Presque en même temps apparaît une dyspnée violente, et la pression artérielle baisse; les membres se paralysent et cette paralysie motrice s'accompagne d'une anesthésie complète, les excitations les plus fortes et les plus variées ne provoquant pas la moindre réaction. L'animal reste étendu sur le flanc, respirant mal, avec un cœur misérable, une diarrhée sanguinolente profuse. Le tableau clinique est celui d'une intoxication foudroyante. Malgré la gravité de ces symptômes, le chien finit ordinairement par se rétablir. Il meurt fatalement si, au lieu de 0 gr. 0025, on lui injecte 0 gr. 01 de congestine.

L'étrangeté de cette expérience et celle des phénomènes qu'elle met en lumière sautent aux yeux. Voilà un chien qui supporte relativement bien une première intoxication réalisée par l'injection intraveineuse de 0 gr. 05 de congestine par kilog de son poids : à cette dose, le poison provoque chez lui de la diarrhée, de l'hypothermie, de l'amaigrissement; mais, dans l'espace de trois jours, tout est fini. Un mois plus tard, quand il est rétabli de cette première intoxication, on lui injecte ce même poison à une dose vingt fois moindre : cette fois, il est pris de phénomènes toxiques très graves, lesquels ont encore ceci de particulier qu'ils ne ressemblent pas à ceux provoqués par la première injection. Quelquefois l'animal succombe à cette nouvelle injection, et la mort est fatale quand la nouvelle dose est de 0 gr. 01. Or la dose de 0 gr. 0025 et même celle de 0 gr. 01 de congestine ne provoquent presque aucun symptôme morbide chez un animal neuf!

Tout cela ne cadre guère avec ce que nous savons sur l'action des poisons.

Quand un poison est, à plusieurs reprises, incorporé dans un organisme, celui-ci peut réagir de plusieurs façons. Ou bien le poison ingéré ou injecté est éliminé au bout de quelque temps, et une nouvelle ingestion provoque les mêmes symptômes, si la dose est la même. C'est ce qu'on observe avec la plupart des poisons. Ou bien l'incorporation répétée du poison amène une sorte d'accoutumance, ce qui fait que l'organisme réagit de moins en moins violemment à chaque nouvelle dose de poison; sa sensibilité diminuant, il arrive à supporter des doses énormes sans presque réagir : c'est la mithridatisation des morphinomanes et des cocaïnomanes, c'est la mithridatisation utilisée par la vaccination destinée à créer un état d'immunité envers les toxines microbiennes. Il existe enfin des poisons qui, comme la digitale, s'accumulent dans l'organisme, si bien que les doses

répétées provoquent, même quand elles sont espacées, des effets toxiques de plus en plus marqués. Or, dans les expériences de M. Richet, si on laisse de côté l'effet cumulatif sur lequel nous reviendrons dans un instant, les choses se passent tout autrement. Non seulement la première injection de congestine ne laisse pas intacte la sensibilité de l'animal envers ce poison, mais, au lieu de la diminuer, elle l'augmente encore. Elle semble créer un véritable état d'hypersensibilité, au point que l'animal, qui supportait une dose donnée de poison, est maintenant tué par une dose dix ou vingt fois moindre. Au lieu de le protéger contre une nouvelle intoxication, la première dose de poison semble l'y prédisposer davantage. *Elle crée ainsi un état contraire à la prophylaxie, un état d'anaphylaxie.*

§ 2. — Mécanisme de l'anaphylaxie.

L'anaphylaxie est donc un état d'hypersensibilité, artificiellement créé par l'incorporation, dans l'organisme, d'un poison. Quel est le mécanisme qui préside à cet état?

En 1902, à la Société de Biologie, dans sa première communication sur l'anaphylaxie, M. Richet se contenta de signaler les faits qu'on vient de lire, sans les interpréter, sans les généraliser sous forme d'une hypothèse. Aujourd'hui, après les nombreuses recherches suscitées par sa découverte, on pense, on admet que l'anaphylaxie se rattache à l'immunité et que les deux, l'anaphylaxie comme l'immunité, ressortissent à un mécanisme analogue, sinon identique. C'est la conclusion qui découle de l'interprétation d'un certain nombre d'expériences que nous allons citer maintenant.

Reprenons, tout d'abord, la première expérience de M. Richet, longuement exposée ci-dessus, celle où l'animal anaphylactisé est foudroyé par la seconde injection de congestine. A la rigueur, on pourrait invoquer l'effet cumulatif dont nous avons parlé plus haut. Cet effet est celui que produit, par exemple, la digitale qui, comme on sait, s'élimine très lentement; chaque nouvelle injection ou ingestion de cette substance toxique ajoute ses effets à ceux de l'injection ou de l'ingestion précédente, si bien qu'à la seconde ou à la troisième incorporation de cet alcaloïde, ses effets deviennent ceux d'une dose trois fois plus forte, injectée d'emblée. Est-ce encore ainsi qu'agit la congestine ?

Certainement non. On peut rendre un chien hypersensible, on peut l'anaphylactiser, en lui injectant non pas 0 gr. 05, mais 0 gr. 01 de congestine. Anaphylactisé par cette dose minime, il est infailliblement tué par une seconde injection de 0 gr. 01 de congestine. Dans l'espace d'un mois, il aura donc reçu en tout 0 gr. 02 de congestine. Or, cette dose de 0 gr. 02 ne provoque presque pas de symptômes d'intoxication chez un animal neuf; nous avons vu, du reste, que même la dose de 0 gr. 05 n'est pas mortelle, car la congestine ne tue qu'à partir de 0 gr. 08 par kilog. Les effets cumulatifs n'existent donc pas pour la congestine; en tout cas, ils n'expliquent pas l'intoxication violente que provoque la seconde injection.

Voici une autre expérience qui aboutit à la même conclusion :

Un chien reçoit dans les veines la dose de 0 gr. 05 ou de 0 gr. 07 de congestine. Puis, quelques jours après qu'il est rétabli, c'est-à-dire huit, dix, quinze jours après cette première injection, on lui injecte de nouveau 0 gr. 01 de congestine, dose mortelle chez un chien anaphylactisé. Or, dans ces conditions, c'est-à-dire *quand la seconde injection est faite non pas au bout d'un mois*, mais seulement dix ou quinze jours après la première injection, l'*animal survit !*

Cette expérience montre donc, à son tour, que, pour expliquer l'anaphylaxie, on ne saurait invoquer un effet cumulatif. Elle nous indique également — et ceci est très important — que l'*état d'anaphylaxie ne s'établit pas d'emblée* après la première injection. Pendant deux ou trois semaines, l'animal garde sa sensibilité normale envers la congestine; il ne devient hypersensible, anaphylactisé, que quand un mois s'est écoulé depuis la première incorporation de congestine. Autrement dit, l'anaphylaxie ne s'établit, ne se manifeste qu'après une *période d'incubation*, qui est de trois à quatre semaines environ. On sait qu'une période d'incubation précède régulièrement tout état d'immunité artificielle ou naturelle, suite de maladie.

Mais qui dit incubation dit réaction de l'organisme, et c'est là précisément le phénomène commun à l'anaphylaxie et à l'immunité. En vertu des théories modernes, cette réaction consiste, pour l'immunité, dans la formation d'une nouvelle substance, d'un anticorps. Un tel anticorps, déterminant l'état d'hypersensibilité, se forme-t-il chez les animaux anaphylactisés ?

L'expérience suivante de M. Richet répond à cette question :

Le sérum d'un chien anaphylactisé est injecté à un chien normal. Le jour même ou le lendemain, on injecte, au second chien, 0 gr. 04 de congestine. Cette dose, non mortelle pour un chien neuf, tue le chien injecté avec du sérum de chien anaphylactisé. On confère donc un état d'anaphylaxie à un chien normal en lui injectant du sérum de chien anaphylactisé. A la suite de cette injection, l'anaphylaxie s'établit même d'emblée, sans passer par une période d'incubation. Pourquoi? Parce que le sérum des chiens anaphylactisés renferme la sub-

stance anaphylactisante. Celle-ci se développe lentement, chez un animal neuf, à la suite d'une injection de congestine; injectée directement avec le sérum dans l'organisme, elle crée d'emblée l'état d'anaphylaxie.

§ 3. — **Mécanisme des accidents anaphylactiques.**

L'anaphylaxie est donc due à l'existence, à la formation, dans l'organisme, d'une nouvelle substance, produit de la réaction de l'organisme. C'est elle qui crée l'état d'anaphylaxie. Mais quel est exactement son rôle dans l'éclosion des accidents toxiques mortels qui surviennent à la suite de la seconde injection de congestine?

M. Richet répond à cette question en établissant, avant tout, que, par elle-même, la substance qui anaphylactise n'est pas toxique. Un chien en état d'anaphylaxie est un animal qui, à tous les points de vue, se comporte comme un animal normal, tant qu'on ne l'a pas mis à l'épreuve d'une nouvelle injection de congestine. Envers tous les autres poisons, ses réactions sont identiques à celles de n'importe quel autre chien, non anaphylactisé. Il n'a de réactions spéciales et *spécifiques*, il n'a d'hypersensibilité qu'envers la congestine.

Cela étant, il est permis de penser que les phénomènes foudroyants de l'anaphylaxie, réalisés par une nouvelle injection de congestine, sont dus précisément à la *rencontre* de la congestine avec la substance anaphylactisante, non toxique par elle-même. Autrement dit, l'intoxication grave ou la mort que provoque la nouvelle injection de congestine semblent être produites par une nouvelle substance, formée à la fois par la congestine et la substance anaphylactisante. C'est ce que pense effectivement M. Richet, et voici comment il comprend le mécanisme des accidents anaphylactiques:

La première injection de congestine provoque dans l'organisme la formation, par réaction, d'une substance qui n'est pas une toxine, mais une *toxogénine*. Sans être toxique par elle-même, elle est capable de développer un poison lorsqu'on fait agir sur elle la congestine, même à des doses auxquelles celle-ci est inoffensive. Tout se passe donc comme si l'on avait la réaction suivante :

Toxogénine + congestine = apotoxine.

Et ce serait l'apotoxine qui réaliserait, chez les animaux anaphylactisés, l'intoxication foudroyante après une nouvelle dose non toxique de congestine.

Nous sommes ici, évidemment, en face d'une de ces hypothèses que la Médecine moderne doit à la Biologie. Le caractère hypothétique de cette théorie de l'anaphylaxie n'échappe pas, du reste, à M. Richet. On peut, en effet, se demander pourquoi l'animal anaphylactisé échappe à l'intoxication par l'apotoxine (toxogénine + congestine) pendant la période d'incubation, *pendant* que son organisme fabrique de la toxogénine *en présence* de la congestine. M. Richet répond à cette objection en disant que la toxogénine n'apparaît probablement que lorsque toute trace de congestine a déjà disparu de son organisme. On est ainsi amené à conclure que, lorsque la période d'incubation est terminée, il y a un moment où il n'existe plus, dans l'organisme, de congestine, mais où il n'y a pas *encore* de toxogénine.

Il est possible qu'il en soit ainsi. Mais, en somme, rien ne prouve que les choses se passent réellement ainsi.

II. — L'anaphylaxie sérique et lactique.

La plupart des toxalbumines et des toxines microbiennes sont capables de créer, comme la congestine, un état d'anaphylaxie dans les conditions ci-dessus indiquées. Les recherches de Rosenau et Anderson, celles de Kraus, de Stenitzer, de Doerr, de Delanoë, sont formelles à cet égard. Quelle que soit la toxalbumine utilisée, l'anaphylaxie qu'elle crée est rigoureusement spécifique. Un animal anaphylactisé contre la tuberculine, par exemple, se comporte envers la congestine ou toute autre toxine comme un animal neuf; inversement, un animal anaphylactisé contre la congestine réagit contre la tuberculine ou tout autre poison albuminoïde à la façon d'un animal normal. C'est dire que l'anaphylaxie, tout comme l'immunité, possède un haut caractère de spécificité.

Ajoutons encore que les alcaloïdes et les poisons salins ne semblent pas susceptibles de réaliser, chez un animal, l'état d'anaphylaxie. C'est, du moins, la conclusion à laquelle est arrivé M. Richet, dans ses recherches avec la cocaïne et l'apomorphine.

§ 1. — **Caractères de l'anaphylaxie sérique.**

Mais ce qui est tout à fait étrange, c'est que, si les poisons minéraux et les alcaloïdes sont incapables de créer un état d'anaphylaxie, celui-ci est réalisé avec la plus grande aisance par des *substances non toxiques*, comme le sérum du sang (Arthus, Rosenau et Anderson, Besredka, Gay et Southard), le lait (Arthus, Rosenau et Anderson, Besredka), l'ovalbumine (Vaughan), la papaïne (Pozerski), l'extrait de petits pois (Rosenau et Anderson), les extraits d'organes (Wolf-Eisner, Kraus, Doerr et Soha). En un mot, tout ce qui est albumose et tout ce qui s'en rapproche par sa constitution semble capable de provoquer un état d'anaphylaxie. Comme dans les cas étudiés précédemment, cette anaphylaxie est strictement spécifique. On peut même, comme l'ont fait Rosenau et Anderson, ana-

phylactiser un animal à la fois contre le blanc d'œuf, le sérum et le lait, et la réaction spécifique provoquée par l'injection de chacune de ces substances est la même que si l'animal n'avait été sensibilisé que contre cette substance.

Toutes ces recherches, que nous venons d'énumérer, ont été provoquées par les expériences d'Arthus, qui, le premier, a montré, un an après la découverte de Richet, qu'un lapin ayant reçu une injection sous-cutanée de sérum ou de lait présente des symptômes très graves d'intoxication (dyspnée, paralysies, convulsions), quand, au bout de quelque temps, on lui fait une nouvelle injection, intraveineuse ou intra-péritonéale, de lait ou de sérum. L'analogie avec l'anaphylaxie envers la congestine était, dans les expériences d'Arthus, d'autant plus complète que les animaux sensibilisés contre le lait ou le sérum succombaient parfois à l'injection d'épreuve d'un de ces liquides.

La découverte d'Arthus aurait peut-être passé inaperçue si, trois ans plus tard, Theobald Smith n'avait attiré l'attention sur la sensibilité particulière, envers le sérum normal de cheval, des cobayes servant au dosage du sérum anti-diphtérique. Les recherches soulevées par cette constatation nous ont valu les travaux de Rosenau et Anderson, de Gay et Southard, d'Otto. On nous permettra de ne pas entrer dans le détail de ces expériences et de résumer seulement ce qu'elles nous ont appris sur l'anaphylaxie sérique.

L'injection d'une très faible dose de sérum hétérogène suffit pour créer un état d'anaphylaxie. Cette dose est ordinairement de 1/250 de centimètre cube; mais elle peut être abaissée à 1/1.000.000 de centimètre cube. Les fortes doses de sérum ne sensibilisent pas. L'anaphylaxie créée par l'injection d'une toute petite quantité de sérum est rigoureusement spécifique, c'est-à-dire qu'un cobaye anaphylactisé contre le sérum de cheval ne réagit qu'avec du sérum de cheval et se comporte, à l'injection d'épreuve, comme un animal neuf envers tous les autres sérums. Cette anaphylaxie ne s'établit pas d'emblée, mais se manifeste seulement après une période d'incubation dont la durée est de dix à douze jours. Quand l'état d'anaphylaxie est créé, il suffit d'injecter dans le péritoine de l'animal 5 centimètres cubes de sérum hétérogène pour provoquer chez lui des symptômes graves d'intoxication ou même la mort. Si cette seconde injection est faite *pendant* la période d'incubation, les symptômes d'intoxication ne se manifestent pas. On peut provoquer d'emblée l'état d'anaphylaxie sérique en injectant, à un cobaye, du sérum provenant d'un cobaye déjà anaphylactisé (Nicolle). Enfin, l'état d'anaphylaxie est transmis parfois par la mère à ses petits.

Comme on le voit, l'analogie entre l'anaphylaxie envers la congestine et l'anaphylaxie envers le sérum est complète. Dans les deux cas, l'état d'anaphylaxie peut être créé par des doses minimes de sérum hétérogène; dans les deux cas, cet état ne se manifeste qu'après une période d'incubation; dans les deux cas, il peut être réalisé par une injection de sérum d'animal déjà anaphylactisé; dans les deux cas, il se forme dans l'organisme, par réaction, une substance particulière à affinités spécifiques; dans les deux cas, les accidents, toxiques ou mortels, n'éclatent que lorsque cette substance spécifique est mise en présence de la substance hétérogène qui l'a fait naître. Toutefois, les recherches de Besredka, poursuivies systématiquement depuis deux ans à l'Institut Pasteur, ont montré qu'à côté de ces similitudes il existe, entre l'anaphylaxie à la congestine et l'anaphylaxie au sérum, un certain nombre de points de divergence.

§ 2. — Mécanisme de l'anaphylaxie sérique. Importance de la voie cérébrale.

L'évolution rapide des accidents anaphylactiques, la mort presque subite qu'ils entraînent parfois, autorisaient à penser que ces accidents et cette mort sont d'origine cérébrale. Besredka a prouvé l'exactitude de cette hypothèse, en faisant la seconde injection, chez les cobayes sensibilisés, non plus dans le péritoine, mais sous la dure-mère. Dans ces conditions, il arrivait à provoquer *régulièrement* la mort de l'animal dans l'espace de deux à trois minutes. Ce résultat était obtenu avec 1/4 de centimètre cube, tandis que, en cas d'injection intrapéritonéale, la dose de 5 centimètres cubes, c'est-à-dire une dose vingt fois supérieure, n'amenait la mort des animaux sensibilisés que dans un quart des cas.

Comme pour la congestine, on s'est donc demandé quelle est, dans le sérum, la substance qui anaphylactise les cobayes? On admit qu'il ne pouvait s'agir que d'une substance toxique qui, après avoir provoqué la formation d'un anticorps anaphylactisant, amenait la mort quand elle était de nouveau injectée avec le sérum.

Pour vérifier cette hypothèse, Anderson et Rosenau ont essayé de détruire cette présumée substance toxique, ou plutôt cette propriété toxique du sérum, en traitant celui-ci par des acides, par des bases, par des caustiques, par des ferments, on peut dire par presque tous les corps que la Chimie met à la disposition des expérimentateurs. L'échec fut complet. Quel que fût le traitement chimique subi par le sérum, son injection intra-péritonéale à la dose de 5 centimètres cubes déclanchait, chez l'animal sensibilisé, les accidents d'anaphylaxie. Seul, le chauffage à 100° fait perdre au sérum ses

propriétés toxiques, c'est-à-dire qu'après avoir été chauffé à 100° il ne provoque plus, en injection intra-péritonéale, d'accidents anaphylactiques.

Besredka, qui reprit ces recherches, constata à son tour que le chauffage à 100°, fait de façon à conserver le sérum à l'état liquide (addition d'eau), lui enlève toute propriété toxique. Un tel sérum, injecté à la dose de 1/4 de centimètre cube dans le cerveau, ne tue plus et rend à peine malades les cobayes anaphylactisés.

Mais Besredka poussa plus loin l'analyse des faits qu'il étudiait.

Ayant constaté que le chauffage à 100° détruit la substance ou plutôt la propriété toxique du sérum, il s'est demandé si c'était bien cette substance toxique qui créait l'état d'anaphylaxie. Or il constata que *le sérum, chauffé pendant vingt minutes à 100° et dépourvu de toute toxicité, provoque, chez l'animal neuf auquel on l'injecte, un état d'anaphylaxie des mieux caractérisés.* Non seulement le sérum chauffé, dépourvu de toxicité, anaphylactise le cobaye, mais il l'anaphylactise encore mieux et plus énergiquement que le sérum non chauffé et, par conséquent, toxique!

De cette double expérience découle donc cette conclusion que *le sérum doit renfermer deux substances*, capables d'être dissociées par la chaleur. C'est bien la conclusion de Besredka, et voici ce qu'il écrit à sujet :

« Il y a lieu de dissocier dans le sérum normal la propriété qui, chez le cobaye sensibilisé, préside à l'effet toxique, et la propriété qui, chez le cobaye neuf, préside à la sensibilisation : la première disparaît après un chauffage du sérum à 100°; la seconde, au contraire, persiste à toutes les températures. Pour éviter de longues circonlocutions, nous proposons donc de désigner une des fonctions du sérum sous le nom de *sensibilisinogène* et l'autre sous celui d'*anti-sensibilisine*. Par ces qualificatifs, nous visons surtout deux propriétés relevant, peut-être, d'une seule substance.

« Le *sensibilisinogène* est la substance thermostable; c'est celle qui, en sa qualité d'antigène, donne naissance, au bout de douze jours, à l'état anaphylactique; c'est elle qui produit ce corps nouveau qui présente une affinité particulière pour la cellule nerveuse et que nous désignons sous le nom de *sensibilisine*. La seconde substance du sérum, appelée *anti-sensibilisine*, est thermolabile; elle se caractérise surtout par sa propriété de se combiner avec la sensibilisine, que celle-ci soit libre ou qu'elle soit déjà fixée sur la cellule nerveuse.

§ 3. — **Mécanisme des accidents anaphylactiques.**

On devine maintenant comment cette théorie permet de comprendre le mécanisme de l'anaphylaxie.

Un cobaye reçoit sous la peau une petite quantité de sérum. Absorbé, ce sérum provoque, par son sensibilisinogène, une réaction qui aboutit dans l'espace de douze jours à l'apparition, dans l'organisme, d'une nouvelle substance, la sensibilisine. Celle-ci, formée, va, en raison de son affinité pour le système nerveux, se fixer sur le cerveau, et l'état d'anaphylaxie est ainsi créé. Vient-on en ce moment incorporer dans l'organisme, par la voie cérébrale ou par la voie intra-péritonéale, une nouvelle quantité de sérum, l'anti-sensibilisine qu'il renferme se portera, en vertu de son affinité, vers la sensibilisine, et déclanchera les accidents anaphylactiques mortels.

Nous avons vu que, pour l'anaphylaxie envers la congestine, M. Richet fait intervenir, dans le mécanisme des accidents, la formation d'une nouvelle substance (toxogénine + congestine = apotoxine). Est-ce ainsi encore que s'expliqueraient les accidents de l'anaphylaxie sérique ? Autrement dit, y aurait-il, dans ces conditions, tout comme dans l'hypothèse de Richet, combinaison chimique (sensibilisine + anti-sensibilisine) et formation d'une substance toxique? Besredka ne le pense pas. Pour lui, ce qui tue dans ces conditions l'animal anaphylactisé, c'est la rencontre *mécanique* de la sensibilisine avec l'anti-sensibilisine, rencontre qui réalise, au niveau du cerveau, une sorte de *choc anaphylactique*. C'est ce choc qui tuerait l'animal.

Cette théorie mécanique est au moins originale. Elle s'appuie sur un certain nombre de faits dont quelques-uns sont fort curieux.

Un argument décisif est la façon dont un animal se comporte sous l'éther. On endort à l'éther un cobaye sensibilisé et, pendant qu'il est en état de narcose, on lui injecte, dans le cerveau, la dose fatalement mortelle de 1/4 de centimètre cube de sérum. L'animal continue à dormir, et, lorsqu'il se réveille, il se trouve débarrassé de son état d'anaphylaxie. Pourquoi cette disparition ? Parce que, dit Besredka, auquel ces expériences ont été suggérées par M. Roux (de l'Institut Pasteur), l'anesthésique a insensibilisé les cellules nerveuses et leur a permis de supporter le choc anaphylactique résultant de la rencontre de l'anti-sensibilisine avec la sensibilisine. Le chloréthyle, l'hydrate de chloral, l'alcool agissent comme l'éther. L'action de l'uréthane et du chloralose est moins nette; celle de la morphine et de l'opium est nulle. (Il serait intéressant de savoir *pourquoi* tous les narcotiques n'agissent pas de la même façon; mais Besredka n'envisage pas cette question, qui constitue cependant une objection sérieuse à sa théorie.)

Le mode d'action des sérums chauffés peut aussi être invoqué en faveur de l'hypothèse du choc anaphylactique.

Nous avons vu que, lorsqu'on fait à un cobaye une injection intracérébrale de sérum chauffé à 100 ou 120°, on n'observe presque pas de symptômes anaphylactiques. Les accidents sont plus marqués, sans être mortels, quand le sérum est préalablement chauffé seulement à 95° ou à 89°, ou à 76°5. Or, que fait le chauffage dans tous ces cas? Suivant la température utilisée, il détruit plus ou moins complètement la substance toxique du sérum, l'anti-sensibilisine, et amoindrit ainsi plus ou moins énergiquement son affinité pour la sensibilisine formée dans l'organisme et fixée sur les cellules cérébrales. Qu'il s'agisse d'une destruction plus ou moins complète de l'anti-sensibilisine ou de l'atténuation de son affinité pour la sensibilisine, le choc anaphylactique, après l'injection intracérébrale, ne se produira pour ainsi dire pas ou sera plus ou moins amorti, suivant que le sérum a été chauffé à 120°, à 100° ou à une température encore inférieure.

D'autres faits peuvent encore être invoqués en faveur de cette théorie. Nous les retrouverons dans un instant, à l'occasion de l'immunité anti-anaphylactique.

La théorie du choc anaphylactique n'est pas la seule que nous possédions sur le mécanisme des accidents qui éclatent chez un animal sensibilisé, après une nouvelle injection de sérum.

Rosenau et Anderson, ainsi que la plupart des auteurs, se rallient à la théorie des anticorps : la première injection de sérum fait naître dans l'organisme un anticorps qui crée l'état d'anaphylaxie; la rencontre de cet anticorps avec la substance qui l'avait fait naître, et qui existe dans le sérum de la seconde injection (l'antigène), déclanche les accidents anaphylactiques. Pour Vaughan et Wheeler (qui ont opéré avec du blanc d'œuf), la première injection provoque la formation d'un zymogène, dont la présence réalise l'état d'anaphylaxie; en cas d'une nouvelle injection, le zymogène, en présence de la substance albuminoïde, se transforme en ferment et décompose celle-ci en deux portions, dont l'une, toxique, provoque les accidents anaphylactiques. Gay et Southard admettent que le sérum renferme une anaphylactine qui « prépare » les cellules de l'organisme; en cas de nouvelle injection, une autre substance modifie les cellules préparées, et cette modification s'accompagne d'accidents plus ou moins graves.

La théorie de Nicolle est plus compliquée. D'après cet auteur, toute toxalbumine introduite dans l'organisme provoque la formation d'anticorps spécifiques. Ceux-ci sont de deux ordres : les uns, les coagulines, possèdent la propriété de coaguler, de condenser, de précipiter la toxine et de la rendre inoffensive; les seconds, les lysines, dissocient la toxine « brute » et la transforment en toxine « vraie », celle-ci plus toxique que celle-là et d'une action plus rapide. Les coagulines et les lysines peuvent se neutraliser; mais, en cas d'anaphylaxie, les lysines prédominent et font éclater les accidents anaphylactiques quand elles se retrouvent en présence de leur antigène.

§ 4. — Nature et mécanisme de l'immunité anti-anaphylactique.

On n'est pas encore fixé sur la question de savoir si tout état d'anaphylaxie finit à la longue par se transformer *spontanément* en état d'immunité. M. Richet n'a pas trouvé cette immunité chez les animaux anaphylactisés avec la congestine tirée des tentacules d'actinie. Il l'a, par contre, nettement constatée chez les chiens sensibilisés avec le poison obtenu par trituration des moules. En ce qui concerne l'anaphylaxie sérique, Besredka l'a vu persister encore après deux ans.

En revanche, il est facile de faire disparaître artificiellement l'état d'anaphylaxie chez un animal sensibilisé. Une fois que cet état a disparu, l'animal se trouve « désanaphylactisé », c'est-à-dire immunisé pour un temps variable. Il existe donc une immunité anti-anaphylactique. Elle a été étudiée avec beaucoup de soin par Besredka.

Le procédé le plus simple qui permette d'immuniser un cobaye contre l'anaphylaxie sérique consiste à lui injecter, *pendant la période d'incubation*, une certaine quantité de sérum, soit dans le péritoine (5 centimètres cubes), soit dans le cerveau (1/4 de centimètre cube). Si, à la période à laquelle l'état d'anaphylaxie est généralement constitué (environ douze jours après la première injection anaphylactisante), on fait à un cobaye, ayant été déjà injecté pendant la période d'incubation, une nouvelle injection intra-péritonéale ou intracérébrale de sérum, elle ne tue plus l'animal, ni ne le rend malade. On peut encore arriver au même résultat, c'est-à-dire réaliser cette immunité, en injectant, dans le cerveau de l'animal qui se trouve en pleine période d'anaphylaxie, une quantité minime de sérum, 1/40 à 1/400 de centimètre cube. Même résultat encore quand, en pleine anaphylaxie, on injecte du sérum chauffé dans le péritoine; même résultat encore avec du sérum non chauffé, injecté dans le cerveau de l'animal endormi à l'éther. Dans tous ces cas, une injection ultérieure de sérum ne déclanche plus d'accidents anaphylactiques, en raison de l'état d'immunité dans lequel se trouve maintenant l'animal.

Le mécanisme de cette immunité, provoquée par des interventions assez différentes, s'explique par la théorie du choc anaphylactique.

Que se passe-t-il, en effet, en cas d'injection faite

pendant la période d'incubation? A cette période, l'organisme *est en train* de fabriquer de la sensibilisine; cette sensibilisine se fixe peu à peu, par petites quantités, sur le cerveau. Mais la nouvelle injection de sérum, faite à cette période, introduit dans l'organisme une certaine quantité d'anti-sensibilisine; celle-ci va donc se combiner avec la sensibilisine au fur et à mesure de sa formation, et la neutralisera. Elle se combinera aussi avec la sensibilisine fixée déjà sur les cellules cérébrales; cette combinaison produira peut-être une série de « chocs anaphylactiques », mais l'effet de ceux-ci ne saurait se comparer au formidable choc unique, lorsque, en plein état d'anaphylaxie, *toute* la sensibilisine fixée sur le cerveau est neutralisée par une quantité correspondante d'anti-sensibilisine charriée par le sérum de la seconde injection.

Cette explication s'applique encore aux autres modes d'immunisation anti-anaphylactique.

Si des injections intra-cérébrales de 1/40 à 1/400 de centimètre cube de sérum, faites en plein état d'anaphylaxie, provoquent des accidents minimes (un peu de toux) et immunisent l'animal, c'est qu'on met la sensibilisine en présence de petites quantités d'anti-sensibilisine : la combinaison, la neutralisation se fait encore, mais par « chocs » répétés et peu énergiques. L'immunisation par des injections intra-péritonéales de sérum chauffé ressortit au même mécanisme : le chauffage ne détruit jamais complètement l'anti-sensibilisine; celle-ci, à mesure qu'elle est absorbée, va par petites quantités neutraliser la sensibilisine fixée sur le cerveau. L'éther, enfin, permet à l'animal de supporter le « choc » total, et si, en sortant de la narcose, il se trouve immunisé, c'est parce que, pendant son sommeil, l'anti-sensibilisine s'est combinée avec la sensibilisine.

Cette combinaison, cette neutralisation aboutit-elle à la formation d'un nouveau corps? Quand on parle d'immunité, nous attribuons ordinairement celle-ci à la formation dans l'organisme de substances immunisantes. Est-ce aussi le cas de l'immunité anti-anaphylactique?

Besredka ne le pense pas. A son avis, les choses se passeraient comme dans l'expérience classique qui consiste à laver un cerveau tétanique avec du sérum. On sait que la substance cérébrale est capable de fixer de grandes quantités de toxine tétanique, et de conférer le tétanos lorsqu'elle est injectée à un animal; mais il suffit de traiter le cerveau gorgé de toxine avec du sérum anti-tétanique pour neutraliser la toxine tétanique qu'il renferme et rendre son injection anodine, indifférente. D'après Besredka, l'immunité anti-anaphylactique rentrerait dans cet ordre de faits : en se combinant avec la sensibilisine, l'anti-sensibilisine se contenterait de désensibiliser l'animal, de le désanaphylactiser, de rétablir provisoirement l'état antérieur à l'anaphylaxie.

L'immunité anti-anaphylactique diffère donc de celle que crée la vaccination contre les poisons.

§ 5. — L'anaphylaxie lactique.

La théorie de l'immunité anaphylactique, telle qu'elle vient d'être exposée, est capable d'expliquer l'anaphylaxie et l'immunité anaphylactique envers d'autres substances non toxiques : ovalbumine, extrait de petits pois, papaïne, et même envers les substances toxiques, congestine, toxine typhique, tuberculine. Un petit fait, signalé tout récemment à la Société de Biologie (21 novembre 1908) par Besredka, montre que cette théorie si séduisante n'est probablement pas définitive.

Besredka a notamment constaté qu'en dialysant le sérum à travers un sac de collodion, on obtient un liquide qui, injecté à très petite dose dans le péritoine de cobayes anaphylactisés, les immunise en quelques heures contre l'anaphylaxie. Autrement dit, après une injection intra-péritonéale de sérum dialysé, le cobaye sensibilisé supporte impunément une injection intra-cérébrale mortelle de sérum : le sérum dialysé l'a immunisé. On obtient le même résultat en opérant avec le précipité qu'on obtient en mélangeant une partie de sérum avec deux parties d'alcool à 90°: dissous dans l'eau et filtré, ce précipité confère l'immunité en injection intra-péritonéale et même sous forme de lavement, en injection intra-rectale. Cela étant, on est amené à admettre que le sérum normal renferme non seulement un sensibilisinogène et une anti-sensibilisine, mais encore une substance vaccinante. La coexistence de ces trois substances est-elle compatible avec la théorie ci-dessus résumée de l'anaphylaxie? On peut se le demander.

Ce sont les recherches sur l'anaphylaxie lactique qui ont mis Besredka sur la voie d'un vaccin contre l'anaphylaxie sérique.

Nous avons déjà dit que, dès 1903, Arthus avait montré qu'on peut anaphylactiser un animal contre le lait et que cette anaphylaxie est strictement spécifique. Plus tard, Rosenau et Anderson ont établi que cette anaphylaxie exige, pour se réaliser, une période d'incubation dont la durée est de vingt-six à trente et un jours. Ces recherches ont été systématiquement poursuivies par Besredka. Nous allons les résumer brièvement.

La meilleure façon de réaliser chez le cobaye l'état d'anaphylaxie lactique consiste à lui injecter dans le péritoine une petite quantité de lait, de lait bouilli de préférence. Au bout de vingt jours, il est anaphylactisé. A partir de ce moment, une injection intra-cérébrale de 1/10 de centimètre cube

de lait cru ou bouilli provoque chez lui des accidents anaphylactiques qui se terminent par la mort.

Nous avons vu que, dans l'anaphylaxie sérique, cette mort est attribuée par Besredka au choc résultant de la rencontre de l'anti-sensibilisine avec la sensibilisine fixée au cerveau et formée préalablement dans l'organisme, pendant la période d'incubation.

Nous savons également que la sensibilisine est un produit de réaction provoquée par le sensibilisinogène, et que celui-ci se trouve dans le sérum injecté, à côté de l'anti-sensibilisine. Nous connaissons enfin les expériences montrant qu'une température de 100° détruit dans le sérum l'anti-sensibilisine (pouvoir ou substance toxique), et laisse persister le sensibilisinogène (propriété ou substance anaphylactisante).

Or, dans le lait, le sensibilisinogène et l'antisensibilisine se comportent autrement envers la chaleur. Celle-ci ne les dissocie pas, c'est-à-dire que les deux résistent même à une température de 120°. Si l'on s'adresse à des températures plus élevées, si l'on chauffe à 130 et 135°, on constate que cette température fait disparaître à la fois le sensibilisinogène et l'anti-sensibilisine. Autrement dit, un lait chauffé à 135° ne tue pas en injection cérébrale un cobaye anaphylactisé, parce que son pouvoir toxique (l'anti-sensibilisine) a été détruit; mais il n'anaphylactise pas non plus un cobaye neuf, parce que son pouvoir anaphylactisant (le sensibilisinogène) a été détruit par la chaleur. En revanche, ce lait chauffé à 135°, qui n'est plus toxique, ni sensibilisant, *devient vaccinant* : injecté à la dose de 5 centimètres cubes dans le péritoine d'un cobaye anaphylactisé, il lui permet de supporter impunément l'injection intra-cérébrale de lait toxique non chauffé.

Le lait contient donc une substance vaccinante que le chauffage permet d'isoler. Cette substance vaccinante, où réside-t-elle? Si l'on opère avec de la caséine, on constate qu'elle est toxique pour les animaux sensibilisés, qu'elle sensibilise les animaux neufs et qu'elle est capable d'immuniser les animaux anaphylactisés. Si l'on opère avec du petit-lait, on constate qu'il est dépourvu de toxicité pour les animaux sensibilisés, chez lesquels, en injection intra-cérébrale, il ne provoque pas d'accidents anaphylactiques; en revanche, il contient une substance capable d'anaphylactiser les animaux neufs et possède au plus haut degré la propriété de conférer l'immunité aux animaux en état d'anaphylaxie. Quelle que soit la voie par laquelle on l'introduit, que ce soit dans le péritoine, dans le rectum ou dans l'estomac, il permet à l'animal anaphylactisé de supporter impunément l'épreuve intra-cérébrale. Cette propriété vaccinante existe également dans le lait cru, dans le lait en nature.

III. — L'anaphylaxie et les injections intra-veineuses de peptone

Nos lecteurs ont certainement remarqué, dans ce qui précède, la tendance des auteurs à faire ressortir le mécanisme de l'anaphylaxie, ainsi que ses diverses manifestations et même ses particularités, à la théorie moderne de l'immunité. A ce point de vue, il est particulièrement intéressant de noter ici une théorie de l'anaphylaxie qui vient d'être tout récemment formulée par MM. Biedl et Kraus.

§ 1. — La théorie de MM. Biedl et Kraus.

MM. Biedl et Kraus ont opéré sur des chiens, chez lesquels ils créaient l'état d'anaphylaxie en leur injectant, sous la peau, 3 à 5 centimètres cubes de sérum hétérogène, sérum de cheval ou de bovidé. Après la période d'incubation d'environ trois semaines, ils provoquaient chez leurs animaux les accidents d'anaphylaxie au moyen d'une injection d'épreuve de 10 centimètres cubes de sérum, faite dans les veines.

Les phénomènes d'intoxication étaient ceux que nous avons notés plus haut. Mais, en examinant le sang et la pression sanguine pendant cette période d'intoxication, MM. Biedl et Kraus ont constaté deux faits auxquels ils attribuent une très grande importance, à savoir : 1° un abaissement considérable de la pression sanguine; 2° l'incoagulabilité ou, en tout cas, une diminution considérable de la coagulabilité du sang.

Dans leurs expériences, cet abaissement de la pression sanguine se présentait avec les caractères d'un phénomène primitif. A peine l'injection était-elle terminée que, de 120 à 150 Hg, la pression artérielle tombait à 80, à 60, voire à 40; cet abaissement persistait tant que durait la période d'intoxication et se relevait ensuite, à mesure que les phénomènes d'empoisonnement se dissipaient. Aussi MM. Biedl et Kraus n'hésitent-ils pas à faire subordonner à cet abaissement de la pression sanguine toute la symptomatologie de l'intoxication anaphylactique. Pour eux, l'anémie cérébrale, se produisant subitement à la suite de la diminution brusque de la pression artérielle, expliquerait suffisamment la période initiale d'excitation et la seconde phase, celle de prostration, qu'on découvre dans la succession des symptômes de l'intoxication anaphylactique.

Voici donc, avec quelques détails, les faits et les expériences que MM. Biedl et Kraus invoquent en faveur de ce rôle primordial de l'abaissement de la pression sanguine.

Tout d'abord, chez un animal neuf, une injection intra-veineuse de 10 centimètres cubes de sérum hétérogène n'exerce presque aucun effet sur l'état de la pression sanguine; la diminution de celle-ci, survenant, dans les mêmes conditions, chez un animal anaphylactisé, indique suffisamment son caractère en quelque sorte spécifique. C'est encore la conclusion à laquelle on arrive quand on étudie la pression sanguine chez un animal qu'on désanaphylactise sous l'éther. Nous avons vu qu'en pareil cas l'animal supporte l'injection d'épreuve sans offrir le moindre symptôme d'intoxication et qu'au réveil il se trouve désanaphylactisé. Or, en matière d'accidents d'anaphylaxie, le seul phénomène qu'on constate chez lui, pendant la narcose sous l'éther, c'est encore un abaissement de la pression sanguine. Enfin, cet abaissement existe également chez les animaux anaphylactisés, mais qui résistent et semblent réfractaires à l'injection d'épreuve. Chez eux, cette diminution de la pression sanguine est la seule manifestation, manifestation fruste, de l'intoxication anaphylactique.

Nous avons indiqué, plus haut, que, pour M. Richet et pour M. Besredka, le poison anaphylactisant aurait une affinité particulière pour le système nerveux. MM. Biedl et Kraus sont d'un autre avis. En s'appuyant sur leurs expériences, ils soutiennent que le poison anaphylactisant agit très probablement sur les fibres musculaires lisses, sur celles des vaisseaux entre autres, et que, par conséquent, la diminution de la pression sanguine qui caractérise l'empoisonnement anaphylactique est due à une vaso-dilatation d'origine périphérique. Ils ont, en effet, constaté que, pendant la période d'intoxication, le cœur conserve son rythme normal et que l'excitation du centre vaso-moteur ou des terminaisons du splanchnique n'exerce aucune influence sur l'abaissement de la pression sanguine; celle-ci n'est pas non plus influencée par une injection d'adrénaline, laquelle, comme on sait, agit sur les terminaisons nerveuses. En revanche, une injection de chlorure de baryum, qui exerce son action sur les fibres musculaires, relève presque instantanément la pression sanguine et fait disparaître aussitôt les symptômes d'intoxication anaphylactique. Elle empêche même ceux-ci de se produire, quand elle est faite avant l'injection d'épreuve.

Ce qui découle de toutes ces expériences, c'est que la substance qui, dans l'anaphylaxie sérique, fait éclater les accidents d'intoxication est une substance qui agit sur les fibres lisses et amène un abaissement de la pression sanguine par vaso-dilatation d'origine périphérique. Quelle est cette substance?

MM. Biedl et Kraus répondent à cette question en rappelant que l'abaissement de la pression sanguine, l'incoagulabilité du sang et tous les symptômes d'intoxication qui s'observent chez les animaux anaphylactisés, existent également dans un autre empoisonnement, celui qu'on réalise par une injection intra-veineuse de peptone de Witte. Or il ne s'agit pas là d'une simple analogie, car les expériences ont montré à MM. Biedl et Kraus qu'en matière d'anaphylactisation et de désanaphylactisation sériques (immunité anti-anaphylactique), peptone et sérum peuvent être substitués l'un à l'autre. Ainsi, chez un chien qui se trouve désanaphylactisé après l'injection d'épreuve, une injection de peptone faite pendant la période d'intoxication ou plus tard, quand l'animal est complètement rétabli, ne provoque plus aucun symptôme d'intoxication. Inversement, un chien en état d'anaphylaxie est parfaitement désanaphylactisé (immunisé) par une injection de peptone, si bien qu'une injection de sérum, faite après celle de peptone, ne produit chez lui aucun symptôme d'intoxication.

On devine comment, à la lumière de ces faits, MM. Biedl et Kraus expliquent le mécanisme de l'anaphylaxie sérique. Ils pensent que la première injection de sérum fait naître dans l'organisme, par réaction, une substance qui réalise l'état d'anaphylaxie. Lors de l'injection d'épreuve, cette substance se combine probablement avec quelque substance albuminoïde du sérum injecté, combinaison qui forme une albumose ou une peptone toxique à laquelle ressortissent les symptômes d'intoxication anaphylactique. Si, après cette période d'empoisonnement, l'animal se trouve désanaphylactisé (immunisé), c'est parce que la totalité de la substance anaphylactisante a été absorbée par le sérum injecté et a contribué à la formation d'une peptone toxique.

§ 2. — Les expériences de MM. Biedl et Kraus commentées par M. Richet.

Est-il permis de penser que, d'ores et déjà, les expériences de MM. Biedl et Kraus dépouillent l'anaphylaxie de son mystère et lui substituent un fait précis : l'intoxication par une peptone? Tel ne semble pas l'avis de M. Richet.

En ce qui concerne l'abaissement de la pression sanguine, M. Richet a constaté ce phénomène dès le début de ses recherches sur la congestine. Il ne pense cependant pas que cet abaissement soit d'origine périphérique. En tout cas, il ne lui paraît pas possible d'attribuer à cet abaissement le rôle que lui assignent MM. Biedl et Kraus. « Il est évident, écrit M. Richet, que l'abaissement de la pression artérielle ne peut pas suffire à expliquer tous les symptômes, vomissements, diarrhée profuse, titubation, paraplégie, ivresse, cécité psychique, coma, tous phénomènes survenant avec une rapidité extrême chez le chien anaphylactisé pour l'actino-congestine. On connaît les effets

déterminés par une pression artérielle faible. En réalité, ils sont loin d'être aussi terrifiants qu'on le suppose. Même le nitrite d'amyle, qui, à faible dose, abaisse subitement la pression, ne produit pas ces graves désordres. »

Ajoutons que M. Richet n'a pas trouvé une diminution appréciable de la coagulabilité du sang chez les animaux anaphylactisés par la congestine. Quant à l'identité de l'intoxication anaphylactique avec celle que provoquent les injections de peptone, elle lui paraît discutable pour les raisons suivantes :

1° Les phénomènes d'anaphylaxie sont spécifiques, en ce sens que, dans les injections d'épreuve qui provoquent les accidents d'intoxication, les substances anaphylactisantes ne peuvent être substituées l'une à l'autre; 2° la peptone produit l'immunité, ce qui est exactement le contraire de l'anaphylaxie; 3° les effets généraux des peptones ne ressemblent nullement à ceux de l'anaphylaxie aiguë; 4° certaines substances sont anaphylactisantes à la dose de 0,05 gr. par kilogramme, dose à laquelle la peptone est absolument inefficace.

§ 3. — La conception de M. Arthus.

La très grande analogie, sinon l'identité complète entre l'anaphylaxie aiguë et les accidents qui apparaissent après les injections intra-veineuses de peptone, se retrouve dans un travail de M. Arthus, publié à peine quinze jours après celui de MM. Biedl et Kraus.

Comme ces deux auteurs, M. Arthus a constaté que, chez les chiens en état d'anaphylaxie sérique, l'injection d'épreuve provoque, presque aussitôt et comme premier phénomène, un abaissement de la pression sanguine, en même temps que le sang devient incoagulable. On sait qu'après les injections de peptone, le sang redevient, au bout de quelque temps, spontanément coagulable, et qu'on peut obtenir artificiellement la coagulation du « sang de peptone » incoagulable, soit en l'additionnant de deux à trois volumes d'eau distillée, soit en l'acidulant faiblement, soit en y ajoutant des sels calciques. Or, dans les expériences de M. Arthus, le sang incoagulable des chiens séro-anaphylactisés coagule par ces mêmes agents, dans ces mêmes conditions, avec ces mêmes caractères du coagulum, quand il est recueilli après l'injection intra-veineuse de sérum. Aussi M. Arthus n'hésite-t-il pas à écrire que « l'intoxication sérique des chiens séro-anaphylactisés est rigoureusement superposable à l'intoxication protéosique des chiens normaux ».

M. Arthus est cependant d'accord avec le Professeur Richet pour ne pas faire de la baisse de la pression sanguine la cause première de tous les accidents. En revanche, en s'appuyant sur ses expériences faites sur des lapins, il n'accepte pas les autres objections de M. Richet que nous avons énumérées.

Tout d'abord, chez le lapin du moins, M. Arthus n'a pas constaté la spécificité de l'anaphylaxie. Il a vu des lapins anaphylactisés par des injections sous-cutanées de sérum de cheval, ou d'ovalbumine, ou de gélatine, ou de peptone de Witte, réagir indifféremment à chacune de ces substances. C'est ainsi qu'un lapin ovo-anaphylactisé ou peptó-anaphylactisé présente des accidents d'intoxication après une injection d'épreuve de sérum ou de peptone. En ce qui concerne l'immunité, que M. Richet considère comme non existante dans l'anaphylaxie, M. Arthus soutient, en s'appuyant sur ses expériences, qu'elle existe dans l'anaphylaxie avec les mêmes caractères que dans l'intoxication par les peptones; seulement, dans ces deux états, elle est de courte durée et ne dépasse pas vingt-quatre heures. Dans ses expériences, il a vu des chiens ayant subi une première injection de peptone ou des chiens séro-anaphylactisés ayant subi une injection d'épreuve de sérum, réagir par les mêmes phénomènes : les premiers à une nouvelle injection de peptone, les seconds à une nouvelle injection de sérum, quand ces nouvelles injections avaient été faites vingt-quatre heures après les premières. Enfin, pour ce qui est des phénomènes généraux, M. Arthus, d'accord en cela avec Biedl et Kraus, les a trouvés absolument identiques dans l'intoxication par les peptones et dans l'intoxication anaphylactique.

Dans ces expériences de M. Arthus, faites indépendamment de celles de Biedl et Kraus, il est un point qui mérite de nous arrêter un instant :

Nous avons vu, plus haut, que la spécificité de l'anaphylaxie était admise par tous les auteurs qui se sont occupés de cette question; c'est même sur cette notion de la spécificité qu'on a établi les diverses théories pathogéniques que nous avons signalées. L'assimilation de l'anaphylaxie sérique à une intoxication par les peptones, telle que Biedl et Kraus l'ont établie dans leur travail, ne s'accordait guère avec cette notion de spécificité. Les expériences de M. Arthus semblent montrer définitivement que, chez les lapins du moins, la spécificité anaphylactique n'existe pas.

Aussi bien, pour M. Arthus, « la réaction anaphylactique est une intoxication protéique, ou, plus exactement, l'intoxication protéique. L'état anaphylactique d'un animal est l'état de sensibilité à l'intoxication protéique; la préparation anaphylactique est l'ensemble des opérations rendant l'animal sensible à l'intoxication protéique (par une protéine inoffensive pour l'animal neuf). La préparation

anaphylactique ne crée donc pas un état anaphylactique spécifique, et c'est là une différence fondamentale avec l'immunisation contre les toxines et les microbes ».

IV. — L'anaphylaxie chez l'homme.

L'anaphylaxie existe chez l'homme, ou du moins on a essayé de faire ressortir à l'anaphylaxie certains faits observés en Clinique. Pour quelques-uns d'entre eux, le rapport avec l'anaphylaxie est évident; pour les autres, il ne s'agit que d'un rapprochement qui n'est peut-être pas tout à fait justifié.

§ 1. — La maladie sérique.

On désigne sous le nom de maladie sérique les accidents (douleurs dans les articulations, fièvre, éruptions, œdèmes, etc.) qui surviennent souvent huit ou à douze jours après une injection de sérum anti-diphtérique. Ces accidents offrent ceci de particulier qu'en cas d'une seconde injection de sérum, faite quelques jours après la première, ils apparaissent plus tôt et revêtent une forme plus grave.

Pour expliquer ces accidents, von Pirquet et Schick avaient admis que le sérum de cheval (qui véhicule l'antitoxine) provoque dans l'organisme, par réaction, la formation d'un anticorps et que cet anticorps, en se combinant avec son antigène (le sérum de cheval encore présent dans l'organisme), provoque les accidents qui constituent la maladie sérique. Si, après la seconde injection, la maladie se déclare plus tôt et revêt une forme plus grave, ce serait parce que l'organisme contient encore de l'anticorps antérieurement formé, ou bien parce qu'il a acquis la propriété de fabriquer une plus grande quantité d'anticorps. Von Pirquet et Schick ont donné à ce processus le nom d'allergie. Mais on voit qu'il n'existe absolument aucune différence entre l'allergie et l'anaphylaxie.

C'est, du reste, à l'anaphylaxie que Marfan et son élève Lemaire ont rattaché la maladie sérique, en essayant de donner à celle-ci un substratum anatomique.

Ils ont notamment constaté que, chez les lapins anaphylactisés contre le sérum de cheval ou chez les enfants présentant des accidents sériques, le sang acquiert une nouvelle propriété : son sérum, mis en présence de sérum de cheval normal, provoque dans celui-ci la formation d'un précipité. Autrement dit, chez les animaux anaphylactisés ou chez les enfants « sériques », le sang contient des précipitines spécifiques. Celles-ci, produits d'une réaction, se forment lentement (période d'incubation); une fois formées, elles provoquent la formation d'un précipité. Si le sérum injecté n'est pas complètement résorbé au moment de leur formation, il se forme un précipité pouvant constituer de véritables embolies capillaires, qui expliqueraient les douleurs musculaires et articulaires, les éruptions, les œdèmes, l'urticaire. Une seconde injection renforce cette réaction.

§ 2. — La réaction de Koch, la cuti-réaction, l'ophtalmo-réaction.

Il est parfaitement évident que, par l'anaphylaxie, on s'explique fort bien la réaction générale si caractéristique que l'injection de tuberculine provoque chez l'homme ou chez l'animal tuberculeux. Il est permis de penser que l'infection tuberculeuse et sa toxine, au lieu de créer un état d'immunité, mettent l'organisme en état d'anaphylaxie par production d'un anticorps, d'une sensibilisine. En cas d'injection de tuberculine, l'anticorps qu'est la sensibilisine se rencontre avec son antigène, la tuberculine, se combine avec lui et déclanche les accidents d'anaphylaxie (fièvre élevée, arthralgie, myalgie, congestion des foyers locaux, etc.).

On conçoit que c'est de cette façon encore, c'est-à-dire comme forme atténuée des accidents anaphylactiques, qu'on peut expliquer la cuti-réaction de von Pirquet ou l'ophtalmo-réaction de Calmette.

§ 3. — L'intolérance des nourrissons pour le lait de vache.

Il n'est pas rare de rencontrer des nourrissons élevés au biberon, chez lesquels le lait de vache, provoque, à un moment, des phénomènes d'intolérance. Chez eux, la moindre prise de lait de vache s'accompagne de vomissements, de diarrhée, de fièvre ou d'hypothermie, de phénomènes de collapsus parfois mortels.

Ce sont ces accidents que le Professeur Hutinel a récemment rattachés à l'anaphylaxie. Le mécanisme de cette anaphylaxie serait le même que dans la tuberculose. Au lieu de créer un état d'immunité chez un nourrisson au biberon, le lait de vache finirait par produire chez lui un état d'anaphylaxie spécifique. Quand cet état est constitué, chaque nouvelle prise de lait de vache provoque des accidents anaphylactiques.

Il est possible qu'il en soit ainsi. Rosenau et Anderson sont, en effet, arrivés à anaphylactiser des cobayes par la voie gastrique, en les nourrissant avec du lait de vache. Il est vrai que ce résultat n'a jamais pu être obtenu par Besredka. Nous avons vu, cependant, que l'intestin laisse passer la substance vaccinante (anti-anaphylactique) du petit-lait et du lait cru. On peut donc admettre que la muqueuse plus ou moins lésée du nourrisson dyspeptique n'arrête peut-être pas, ni ne modifie le sensibilisi-

nogène du lait. Si tel était le cas, l'hypothèse de M. Hutinel sur la nature anaphylactique des accidents d'intolérance chez les nourrissons au biberon se trouverait confirmée.

Disons enfin qu'on a encore attribué à l'anaphylaxie certains accidents des pleurésies séro-fibrineuses (Froin), et les accidents qu'on observe parfois après la ponction des kystes hydatiques du foie.

V. — Conclusion.

Nous avons indiqué, dès le début, les difficultés qu'on rencontre lorsqu'on se propose d'exposer d'une façon systématique une question à l'étude, comme l'est encore, à l'heure actuelle, l'anaphylaxie. Le désir de faire ressortir à un phénomène général des faits parfois disparates conduit à édifier des hypothèses et à baser celles-ci sur des actions qui n'existent pas et sur des substances imaginaires. Il est parfaitement évident que, lorsque nous connaîtrons mieux la nature et le mécanisme de l'anaphylaxie, les termes certainement provisoires de sensibilisine, de sensibilisinogène, d'anti-sensibilisine, de lysine, de coaguline, d'apotoxine, de choc anaphylactique ne tarderont pas à disparaître, en même temps que les hypothèses auxquelles ils servent de base. Les expériences de MM. Biedl et Kraus et celles de M. Arthus constituent cette première tentative de revision.

Ce qui est à retenir, pour le moment, c'est que l'incorporation de certaines toxalbumines et de certaines albumines non toxiques crée un état d'hypersensibilité particulière de l'organisme envers ces substances. Ce nouvel état, en contradiction avec tout ce que nous savons jusqu'à présent sur le mode d'action des substances hétérogènes, se crée lentement et ne s'établit qu'après une période d'incubation. C'est cet état, dont la nature et le mode de production nous échappent encore presque entièrement, qui a été désigné par M. Richet sous le nom d'anaphylaxie.

Dr R. Romme.
Préparateur à la Faculté de Médecine de Paris.

LA NAVIGABILITÉ DU RHONE

I. — Les conditions géographiques.

Deux conditions géographiques intéressent particulièrement le point de vue spécial de la navigation : le climat du bassin et la topographie du lit.

Le bassin alimentaire du Rhône, jusqu'à son entrée dans le Léman, mesure 5.220 kilomètres carrés, dont 933 kilomètres de glaciers. Par l'Arve, le fleuve reçoit encore les apports du groupe du Mont Blanc. On peut dire ainsi que, jusqu'à l'embouchure de l'Ain, le régime du Rhône est franchement glaciaire. Mais, à partir de ce point, les affluents de la rive droite, la Saône surtout, ont un caractère uniquement pluvial, qui vient modifier profondément le régime du fleuve, d'autant plus que les affluents de gauche, alimentés par les Alpes : le Fier, l'Isère, la Durance, ont un régime mixte, où les écoulements glaciaires manifestent une influence de moins en moins accentuée. Le cours d'eau glaciaire a des eaux abondantes en été, au moment de l'étiage du cours d'eau pluvial; le régime mixte a donc un caractère compensateur extrêmement avantageux, au point de vue navigable, en particulier [1]. Les chiffres que nous donnons ci-dessous, d'après M. René Tavernier, représentent les résultats *moyens* d'une série d'années; ils permettent de définir le régime *normal* du fleuve aux différents points considérés, en déterminant les débits caractéristiques et la période de l'année pendant laquelle ces débits devront normalement se produire. L'écart entre le régime normal et le régime *réel* sera d'autant plus accusé que le régime pluvial prédominera sur le régime glaciaire. La fonte des neiges et des glaciers est un phénomène beaucoup plus régulier que les chutes de pluie dans notre climat.

	DÉBITS D'ÉTIAGE — litres par seconde	DÉBITS MOYENS — litres par seconde
A la frontière suisse . . .	120.000	300.000
A l'origine du canal de Jonage.	120.000	300.000
Du confluent de la Saône à celui de l'Isère. . . .	310.000	795.000
Du confluent de l'Isère à celui de l'Ardèche . . .	400.000	1.130.000
Du confluent de l'Ardèche à celui de la Durance. .	470.000	1.255.000
Du confluent de la Durance au canal Saint-Louis. .	500.000	1 452.500

Le régime du Rhône présente un caractère torrentiel, non seulement depuis sa source jusqu'au Léman, mais encore, et par suite d'accidents géologiques, sur un certain parcours après sa sortie du lac. Ainsi, la puissante influence régularisatrice du Léman se trouve très sensiblement atténuée dans ses effets utiles par l'apport de l'Arve d'abord, et ensuite par les accidents du lit du fleuve qui

[1] René Tavernier : *La Richesse du Rhône et son utilisation.* Rapport présenté à la Société d'Économie politique de Lyon. 1 br. Bonnaviat, Lyon, 1908.

existent jusqu'à Bellegarde. C'est seulement aux environs de Seyssel que le fleuve entre dans la zone de compensation, et c'est après Arles qu'apparaissent les premiers dépôts d'alluvions qui vont régulièrement agrandir le delta [1].

Au sens ordinaire du mot, tout cours d'eau à forte pente, à courant très rapide, est torrentiel. Dans le langage technique, ce qualificatif est réservé aux cours d'eau qui présentent des crues soudaines et très élevées, comme il arrive pour ceux dont le bassin supérieur est imperméable, abrupt, déboisé. Ce qui caractérise le mieux le régime torrentiel, c'est l'élévation du rapport entre le débit des plus hautes eaux et le débit d'étiage. M. Barlatier de Mas, auquel nous empruntons ces considérations, estime que, malgré sa forte pente et la rapidité de son courant, le Rhône n'a pas un régime si torrentiel qu'on le croit généralement; le rapport en question ne dépasse pas 47 en aval du confluent de la Saône, et 38 en aval du confluent de la Durance; ce n'est guère plus que pour la Seine à Paris (34). La Loire, au contraire, peut être considérée comme le type des cours d'eau torrentiels : le rapport, qui est de 261 à Briare, est encore de 161 à Tours [2].

Sur une longueur de 532 kilomètres, qui va de la frontière suisse à la Méditerranée, le Rhône doit gagner une différence d'altitude de 370m,20, qui se décompose de la manière suivante [3] :

	LONGUEUR de la section en kilom.	PENTE totale en mètres par section	PENTE moyenne en mètres par kilom.
	—	—	—
De la frontière suisse au château du Parc.	27,400	73,73	2,691
Du château du Parc au pont du Sault.	94,200	64,27	0,682
Du pont du Sault à l'origine du canal de Jonage. . . .	35,900	14,20	0,396
De l'origine du canal de Jonage au canal de fuite de Jonage.	16,900	14,80	0,875
Du canal de fuite de Jonage à la Saône.	10,000	6,10	0,610
De la Saône à l'Isère. . . .	104,300	51,70	0,496
De l'Isère à l'Ardèche . . .	86,700	67,50	0,779
De l'Ardèche à la Durance.	57,250	29,20	0,510
De la Durance à Arles. . .	30,750	9,00	0,293
D'Arles au canal St-Louis . .	44,500	1,90	0,043

Ces pentes se trouvent aggravées par le fait que le fleuve parcourt la distance qui sépare Lyon de la mer suivant une ligne à peu près rectiligne; il en résulte une augmentation de la vitesse d'écoulement. La vitesse superficielle du Rhône est à l'étiage de 1m,50 à 2m,50, parfois 3m,50; elle double pendant les crues.

Cette vitesse fait que le fond se déplace avec la surface, de telle sorte qu'étant donné l'accroissement de la dénudation des pentes du bassin du Rhône, l'entraînement continu des matériaux produit l'alternance des *mouilles* et des *maigres*, c'est-à-dire de parties profondes et de bancs de graviers qui constituent un des obstacles les plus sérieux à la navigation.

Par contre, le Rhône possède une réelle supériorité sur les fleuves du Nord : l'état de l'atmosphère y est rarement de nature à entraver la circulation; les fortes gelées sont en nombre pour ainsi dire insignifiant, et les brouillards ne sont presque jamais assez épais pour constituer une gêne sérieuse pour la navigation.

II. — L'aménagement du fleuve.

Après la mise en exploitation complète de la ligne du chemin de fer de Paris à Marseille, le trafic s'était écarté du fleuve, dont les conditions de navigabilité étaient déplorables [4].

Le lit navigable se déplaçait à chaque crue et les chômages, par manque d'eau sur les hauts fonds, étaient longs et fréquents. Les arrêts de quinze jours à un mois, et même davantage, se produisaient souvent; certaines années, on a compté plus de cent vingt-cinq jours d'arrêt complet de la navigation par les basses eaux.

C'est alors qu'intervint le programme Freycinet : la loi du 13 mai 1878 consacrait à l'amélioration du fleuve une dépense de 45 millions. La direction des travaux fut confiée à M. l'ingénieur en chef Jacquet, auquel succéda bientôt M. Girardon. Le programme comprenait : 1° la constitution d'un lit mineur au moyen d'un ensemble de digues longitudinales et de digues transversales submersibles; 2° la régularisation du chenal navigable et la rectification du profil en long par des épis noyés et des seuils de fond dans les grandes profondeurs.

Voici les résultats obtenus : La première difficulté à vaincre était l'insuffisance du mouillage en basses eaux. Le mouillage primitif tombait à 0m,40 au moment des eaux d'étiage; les améliorations successives l'ont porté à 0m,85 en 1884, 1 mètre en

[1] René Tavernier : *Op. cit.*

[2] B. de Mas : Aménagement et exploitation du réseau navigable français. 1er *Congrès national de Navigation intérieure*. Rapports et comptes rendus. Bordeaux, 1908.

[3] Nous empruntons ces chiffres à M. René Tavernier. *Op. cit*

[4] En 1855, le tonnage, ramené à la distance entière entre Lyon et Arles, était de 392.000 tonnes à la descente et 242.000 tonnes à la remonte, soit 634.000 tonnes, y compris 75.000 tonnes de bois flotté. L'ouverture de la ligne Lyon-Marseille fit tomber ce trafic à 586.000 tonnes en 1856 et à 273.000 tonnes en 1859. La diminution continua jusqu'en 1877, où nous relevons 130.000 tonnes. La reprise s'accentua à mesure que les travaux d'aménagement se poursuivaient; en 1892, le trafic atteint 254.000 tonnes et, en 1907, 267.000 tonnes. (F. Teyssèdre : *Rapport à la Chambre de Commerce de Nîmes*. Séance du 2 décembre 1908.)

1890, 1m,25 en 1894; depuis cette date, les travaux sont restés à peu près complètement suspendus, mais, ce qui est très important, le résultat acquis s'est maintenu.

Les longs chômages et la longue durée des périodes de réduction de chargement ont été autrefois la source des plus graves difficultés de la navigation sur le Rhône, la cause de son excessive irrégularité et le motif principal de sa décadence. Le changement réalisé dans cet ordre d'idées donne le mieux la mesure du progrès acquis. Avant le commencement des travaux, et particulièrement entre 1853 et 1878, il n'y a pas eu une seule année sans chômage de basses eaux; leur durée a été en moyenne de 70 jours par an. De 1885 à 1901, sur 16 années observées, il y en a eu 11 sans aucun chômage; dans les autres, le chômage a oscillé entre 3 et 28 jours; la moyenne de la période est tombée à 3 jours et demi.

On ne pouvait autrefois compter, en année moyenne, sur la profondeur de 1m,60 que pendant 165 jours; on a ce mouillage aujourd'hui pendant 327 jours. On n'avait les conditions larges et faciles du mouillage de 1m,80 que pendant 127 jours; on les a aujourd'hui pendant 298 jours; le gain est donc de 171 jours, c'est-à-dire que la durée de la période de belle navigation a été augmentée de près de six mois.

Les travaux ont, en outre, régularisé la direction du chenal, fait disparaître les coudes brusques et adouci les rapides; la plupart des récifs dangereux ont été dérasés et les ponts trop bas relevés.

On peut ainsi résumer l'année navigable en trois périodes : *a*) celle des chômages de toute nature, basses eaux, glaces, crues, etc.; sa durée était de trois mois avant les travaux, elle n'est plus que de deux semaines; *b*) celle des difficultés et des réductions de chargement; sa durée était de quatre mois avant les travaux, elle n'est plus que de trois semaines et les difficultés sont moindres qu'autrefois; *c*) enfin, celle de la navigation facile et à pleine charge; sa durée était de cinq mois avant les travaux, elle est de onze mois aujourd'hui [1].

Le tableau suivant, emprunté à M. Girardon, nous permettra de comparer les conditions de navigabilité du Rhône actuel à celles de quelques fleuves allemands :

	RHIN de Mannheim a Cologne	ELBE	ODER	VISTULE
	jours	jours	jours	jours
Navigation à pleine charge.	193	195	127	155
Navigation à charge réduite.	153	106	157	106
Durée totale de la navigation.	346	301	284	261
Chômage par basses eaux, crues, glaces, etc.	19	64	81	104
	365	365	365	365

[1] Henri Girardon : *La Navigabilité du Rhône*. Conférence faite à la Chambre de Commerce de Marseille. 1 br. in-4°, Marseille, 1905.

Si l'on excepte le Rhin, dont les conditions de navigabilité sont bien supérieures à celles du Rhône, nous voyons que les autres fleuves allemands se trouvent dans une situation moins favorable. La navigabilité de l'Elbe, en particulier, est des plus médiocres et le mouillage y tombe souvent jusqu'à 0m,70. En 1899, année exceptionnelle où les chômages n'ont duré que 25 jours, les 340 jours de navigation se sont répartis ainsi : 141 jours avec un mouillage de 0m,80 à 1m,20; 88 jours avec un mouillage de 1m,20 à 1m,60 et 111 jours seulement avec un mouillage de plus de 1m,60. Ces conditions sont très notablement inférieures à celles du Rhône [1].

III. — L'État actuel de la Navigation.

D'après M. Georges Blondel, l'Elbe reçoit déjà à la frontière autrichienne un trafic de 2 millions et demi de tonnes, presque égal à celui de la Seine entre Rouen et Paris; ce tonnage augmente à mesure qu'on se rapproche de Hambourg, où il approche du chiffre de 10 millions de tonnes [2]. C'est l'Elbe qui a été le principal facteur du développement du plus grand port allemand et qui a permis, notamment, l'exploitation des mines de Stassfurt.

Le Rhône ne traverse point une grande région industrielle comme la Saxe; il n'aboutit pas directement à Marseille; il est à l'écart de la sphère de distribution des districts miniers; mais ces causes géographiques et économiques n'expliquent point suffisamment l'insignifiance de son trafic, comparé à celui de l'Elbe.

En 1907, le trafic de la navigation sur le Rhône se décompose de la façon suivante :

Navigation du Rhône.

ANNÉE 1907	DU PARC A LYON	DE LYON A ARLES	D'ARLES A LA MER
Longueur fréquentée (kilomètres)	154	287	48
Nombre de bateaux chargés et radeaux. . . .	6.915	6.865	1.648

[1] L'aménagement de l'Elbe (*Strombau*) a coûté, d'après M. Paul de Rousiers, 130 millions de francs de 1866 à 1896. Pour mener à bien cette entreprise, il a fallu l'effort combiné de sept Etats politiques différents qui avaient créé une administration commune, chargée de transformer le fleuve pour unir leurs territoires isolés au grand centre d'activité maritime de Hambourg.

[2] Georges Blondel : *L'essor industriel et commercial du Peuple allemand*. 1 vol. in-16, 3e édition. Paris, 1900.

Voici la statistique de la navigation fluviale sur l'Elbe, à Hambourg, en 1907 :

	CHALANDS	TONNES métriques
Arrivages de l'intérieur (entrées) . .	26.127	3.264.057
Expéditions vers l'intérieur (sorties).	25.871	5.945.454
Total	51.998	9.209.511

Rapport consulaire n° 758, 21 janvier 1909.

	ANNÉE 1907	DU PARC A LYON	DE LYON A ARLES	D'ARLES A LA MER
	—	—	—	—
	Tonnage effectif (tonnes)	170.009[1]	670.292[2]	412.653[3]
	Tonnage kilométrique.	2.499.842	76.609.323	11.892.007
	Tonnage ramené à la distance entière . . .	16.232	266.931	247.750
Tonnage moyen des années précédentes.	1906	18.413	249.081	207.176
	1905	16.551	289.191	225.255
	1904	23.250	201.545	164.344
	1903	20.392	310.707	247.327
	1902	33.862	290.976	230.460
	1901	35.432	273.589	215.531
	1900	32.215	271.065	227.611
	1899	34.523	260.305	210.872
	1898	32.943	267.291	213.728
	1897	31.211	226.961	193.729
	1896	34.903	241.075	190.507
	1895	30.235	214.589	154.419
	1894	28.796	218.598	163.879
	1893	36.426	226.860	157.246
	1892	50.242	254.040	164.241

La Compagnie générale de navigation Havre-Paris-Lyon-Marseille a monopolisé peu à peu d'une manière complète toute la batellerie et tout le trafic du Rhône. Les nouveaux chalands de 350 tonnes, remorqués alternativement par des remorqueurs et des toueurs[4], qui ont remplacé, en 1893, les anciens bateaux porteurs, sont bien étudiés, mais trop peu nombreux et n'offrent pas un tonnage supérieur aux anciens[5]. Comme tout industriel pourvu d'un monopole, elle préfère effectuer peu de transports à prix élevé plutôt que beaucoup de transports à prix réduit, alors même qu'elle aurait la chance, avec ce dernier système, grâce à une meilleure utilisation des frais généraux, d'augmenter son produit net. La Compagnie est cependant en train de développer son matériel pour accroître son tonnage et le porter l'an prochain à 300.000 tonnes. Le trafic à la descente représente les deux tiers de celui de la montée[1]. Le prix du fret varie avec la nature des marchandises, la saison, la provenance; il se tient de 10 à 33 °/₀ au-dessous des prix du chemin de fer. En été, le trajet Lyon-Marseille s'effectue en 4 à 7 jours, et en hiver, en 8 à 12 jours; pendant les mois de décembre et de janvier, le trafic se réduit dans une forte mesure. L'outillage n'existe guère qu'à Lyon et à Saint-Louis; il serait d'ailleurs difficile à installer, par suite des changements de niveau du fleuve; en conséquence, chaque bateau porte son matériel de chargement et de déchargement. En 1900, la flotte de la Compagnie se composait de 91 bateaux à vapeur (porteurs, porteurs-remorqueurs, remorqueurs, toueurs, bateaux à voyageurs), 68 chalands en fer, 56 grandes barques et gabares en fer, 400 bateaux de canal.

Dans la situation actuelle, la navigation du Rhône ne prend qu'une part très faible, moins du dixième, du trafic total de la vallée; cette proportion est assurément très inférieure à celle que l'on peut constater sur les autres grandes voies navigables.

La statistique que nous avons donnée plus haut montre que la navigation sur le Haut-Rhône, en amont de Lyon, perd régulièrement de son importance; de 1892 à 1908, le trafic a passé de 50.242 tonnes à 16.232. Seule, la partie comprise entre Lyon et Seyssel a fait l'objet de travaux d'endiguement assez importants, en application du programme Freycinet; ces travaux n'ont pas été complétés et l'on se borne à en assurer l'entretien; on admet cependant que l'état du chenal, depuis l'embouchure du canal de Savières — qui fait communiquer le lac du Bourget avec le Rhône — jusqu'à Lyon, est suffisant pour assurer la navigation.

IV. — Les projets complémentaires d'aménagement.

Le programme Freycinet n'a pas encore reçu son complet achèvement; en 1903, il restait encore 6 millions de francs de travaux à terminer pour

[1] Dont 167.195 tonnes de matériaux de construction et minerais.

Nota. — Les chiffres relatifs au haut Rhône, du Parc à Lyon, ne donnent qu'une idée imparfaite du mouvement sur cette section du fleuve, car, bien que la longueur de 154 kilomètres de cette section soit navigable, qu'il circule des bateaux sur toute son étendue, elle n'est réellement fréquentée que sur 70 kilomètres en amont de Lyon, dans la région qui fournit des matériaux de construction. Le mouvement sur ces 70 kilomètres est représenté par les chiffres ci-dessous.

Longueur fréquentée de Quirieu à Lyon . .	70 kilom.
Nombre de bateaux chargés et radeaux. . .	6.844
Tonnage effectif (tonnes).	166.805
Tonnage kilométrique	2.377.094
Tonnage ramené à la distance entière . . .	33.958

[2] Dont 374.169 tonnes de matériaux de construction et minerais, 122.136 tonnes de produits agricoles et denrées alimentaires, 47.096 tonnes de produits industriels, 37.196 tonnes de combustibles minéraux, 26.161 tonnes de bois à brûler et de service, 11.465 tonnes de métaux et machines et 11.188 tonnes d'engrais et amendements.

[3] Dont 158.226 tonnes de matériaux de construction et minerais, 86.676 tonnes de produits industriels, 62 929 tonnes de produits agricoles et denrées alimentaires, 13.081 tonnes de bois à brûler et de service, 35.220 tonnes de combustibles minéraux, 5.402 tonnes de métaux et machines et 3.785 t. d'engrais et amendements.

[4] La traction s'opère de la façon suivante : Lyon-Tournon : remorquage; Tournon-Pont-Saint-Esprit : touage; Pont-Saint-Esprit à Saint-Louis : remorquage; Saint-Louis-Marseille : remorqueurs de mer. Le trajet Lyon-Marseille se fait ainsi sans transbordement.

[5] Cf. : *Notice sur la Compagnie générale de navigation Havre-Paris-Lyon-Marseille.* 1 br. in-4° éditée par la Compagnie à l'occasion de l'Exposition de Paris, 1900.

[1] A la montée, le fret comprend principalement les vins, céréales, charbon, campêche, farines, huile, soufre, savons, crin végétal, jus de citron, coton, sucre, etc. A la descente : le fer, les tissus, la chaux, les produits métallurgiques, les couleurs, etc.

que le but que l'on s'était proposé fût pleinement atteint. Il est à souhaiter que ces améliorations soient effectuées dans le plus bref délai et qu'il soit prélevé, en outre, la somme nécessaire pour doter le service de la navigation du Rhône de trois ou quatre dragues spéciales, destinées à écréter rapidement les seuils qui peuvent se former accidentellement. Cette dernière mesure est absolument urgente, d'après l'avis de la Compagnie générale de Navigation, si l'on veut conserver les résultats acquis.

Les travaux qui restent encore à exécuter sur le fleuve auront pour effet d'augmenter la profondeur d'étiage sur les quelques points où elle est encore faible, en même temps que de consolider les améliorations obtenues sur quelques autres, où la régularisation n'est pas achevée. Ils ne pourront pas augmenter beaucoup la durée des bonnes eaux navigables, puisqu'elle est bien près d'être aussi longue que possible ; mais, en abaissant encore les rares seuils un peu saillants, qui sont la cause de l'incertitude qui règne sur le mouvement des eaux au commencement et à la fin des périodes de basses eaux, on donnera à la navigation la sécurité nécessaire à sa régularité et l'on permettra à la batellerie une utilisation commerciale complète de la profondeur effective réellement disponible[1].

Sur la question du Rhône navigable, deux courants d'opinion bien tranchés se sont manifestés. Certains, se basant sur le développement insignifiant du tonnage transporté sur le fleuve, croient qu'il n'y a rien à espérer des améliorations apportées. D'autres, se référant à l'exemple de l'Elbe, dont les conditions de navigabilité ne sont pas meilleures, estiment que cette stagnation du tonnage doit être imputée, pour une très large part, à l'absence d'outillage des ports, au manque de liaison avec les autres instruments de transport : voies de fer et voies d'eau. Nous pensons également que, dans l'état actuel des choses, la preuve ne peut pas être faite que le Rhône amélioré n'est pas en état de rendre des services à la navigation[2].

Quoi qu'il en soit, un avant-projet de canal latéral au Rhône vient d'être établi par le Service des Ponts et Chaussées. Toute solution mixte, servant à la fois les intérêts de la navigation, de l'industrie et de l'agriculture, devait être écartée pour ne s'occuper que d'un canal latéral à grande section, spécial à la navigation entre Lyon et Arles. Le projet comporte une longueur de 270 kilom. 750 et une largeur moyenne de 50 mètres ; la différence de niveau entre Lyon et Arles, qui est de 160m,50, est rachetée par 31 écluses dont les chutes varient de 2 à 7 mètres. Les souterrains ont, dans l'ensemble, une longueur de 20 kilom. 65. Le projet nécessite la dérivation d'un certain nombre de cours d'eau. La dépense totale s'élèverait à 305.850.000 francs, soit environ 1.870.000 francs par kilomètre. Cette estimation ne comprend que la construction du canal proprement dit, et nous savons que l'outillage fait complètement défaut. Si la moitié de la dépense était mise à la charge des intéressés, il faudrait trouver annuellement, au taux de 4 °/₀, un revenu de 10 millions de francs ; or, un droit de péage de 0 fr. 006 par tonne kilométrique, sur un tonnage prévu de 1.600.000 tonnes, ne produirait que 2.600.000 francs[1]. Il serait donc difficile, sinon impossible, de s'en tenir à ce premier projet. Si l'on veut un canal latéral, la continuation des études s'impose. Telles sont, d'ailleurs, les conclusions des auteurs de l'avant-projet : « La dépense est énorme et les calculs que nous avons essayé de faire semblent établir que les bénéfices que l'on peut actuellement espérer de la création d'un canal latéral au Rhône ne sont pas suffisamment élevés pour le justifier pleinement. Mais nous ne saurions prévoir ce que nous réserve l'avenir, et, si le développement du mouvement commercial, provoqué par l'ouverture des voies ferrées, continuait avec la même progression, le canal latéral au Rhône pourrait peut-être s'imposer bientôt. L'avant-projet ci-joint servirait alors de base aux décisions à prendre à ce sujet[2]. »

---

[1] H. Girardon : *Op. cit.*

[2] En faveur du canal latéral, cf. : F. Arnodin : *La Lutte économique des transports*. 1 vol. in-16. Paris, Rivière, 1909. G. Chambaud de la Bruyère : *L'Aménagement du Rhône*. Rapport à la Commission interdépartementale. 1 br. Lyon, 1901.

En opposition au canal, cf. : Yves Guyot : *La crise des transports*. 1 br. Paris, Alcan, 1908. Pierre Frécon : *La Navigation du Rhône*, 1 vol. in-8°. Lyon, Rey, 1907. A. Breittmayer : *Le Rhône, sa navigation depuis les temps anciens jusqu'à nos jours*. 1 vol. in-8°. Lyon Georg, 1904.

[1] Quel serait le prix de transport sur le canal? Le prix actuel de la Compagnie générale de Navigation paraît être de 0 fr. 025 par tonne kilométrique. L'augmentation du trafic pourrait faire descendre ce prix à 0 fr.02 et même 0 fr. 018. D'Arles au confluent de la Saône (283 km.), le prix d'une tonne serait de 5 fr. 66 à 5 fr. 10.

Le projet admet sur le canal un trafic possible de 1.600.000 tonnes pour 320 jours de navigation. En utilisant la traction électrique, on arrive au prix de 0 fr.012 ou 0 fr. 01 par tonne kilométrique, soit 3 fr. 25 à 2 fr. 70 sur la longueur totale. D'où économie pour le transport sur le fleuve de 1 fr. 85 à 2 fr. 96, et, sur 1.600.000 tonnes, environ 4 millions. F. Teyssèdre : *Op. cit.*

[2] D'autres combinaisons ont déjà surgi. C'est ainsi que M. le commandant Le Vallois a présenté en 1908, à Clermont-Ferrand, au Congrès tenu par l'Association française pour l'avancement des Sciences, une étude consacrée à la réalisation pratique du canal latéral au moyen d'élévateurs à bateaux sur plans inclinés. D'autre part, M. Chambaud de la Bruyère a récemment présenté à Lyon, dans une réunion de la Commission interdépartementale du Rhône, un projet de canal latéral différent de celui des ingénieurs de l'Etat et qui aurait le double avantage de ne point comporter de tunnel et de ne coûter que 300 millions au lieu de 500.

Sur le projet de M. Le Vallois, cf. l'article de M. Gaston

L'avant-projet écarte systématiquement ce que M. René Tavernier appelle les solutions « mixtes », c'est-à-dire celles qui donneraient satisfaction à la fois à la navigation, à l'agriculture et à l'industrie. Mais, sans parler de l'utilisation agricole du Rhône, dont la formule est encore incertaine, l'utilisation industrielle des pentes du fleuve aurait un double avantage : la création de biefs navigables, dont le canal de Jonage reste le type, et l'établissement d'industries riveraines qui fourniraient du fret en abondance.

La communication d'un réseau navigable avec les ports maritimes a une très grande importance. C'est grâce au concours de la batellerie fluviale que Hambourg, Rotterdam et Anvers sont les premiers ports du continent, alors que c'est dans nos places maritimes que se remarque le plus aisément l'insuffisance générale de notre réseau navigable. Le tonnage fluvial est à peu près nul à Marseille (129.528 tonnes, moyenne de 1903-1904) qui se développe si lentement; il n'a quelque importance qu'à Dunkerque (1.279.562 tonnes) et à Rouen (1.723.816 tonnes), que desservent les meilleures voies de notre réseau intérieur et qui, de ce fait, ont progressé plus vite que les autres ports français, dans le quart du siècle écoulé. Le Rhône, en effet, au lieu d'aboutir à Cette ou à Marseille, « continue à courir vers le sud pour tomber dans le vide ». Bien que la Compagnie générale de Navigation ne pratique pas de transbordement à Saint-Louis et se contente de changer de remorqueurs pour le trajet maritime qui sépare ce port de Marseille, on a jugé préférable d'entreprendre un nouveau canal qui rattachera directement le Rhône au grand port méditerranéen. Le canal part du port de Marseille, longe la côte jusqu'à la pointe de la Lave, pénètre en souterrain (tunnel du Rove de 7 kilomètres) sous le massif de la Verthe, longe la côte sud de l'étang de Berre et s'en va emprunter le canal actuel de Port-de-Bouc à Arles, convenablement élargi et approfondi, pour aboutir finalement à Arles, après un parcours d'environ 81 kilomètres[1]. Les travaux ont commencé en septembre 1906. Le canal aura surtout des avantages au point de vue industriel en permettant à la banlieue industrielle de Marseille de s'étendre sur les rives du vaste étang de Berre, pour y créer une spacieuse « rue d'usines ».

Quant à Cette, notre deuxième port méditerranéen, il est actuellement relié au Rhône par une voie insuffisante : les canaux des Etangs, de la Gardelle et de Beaucaire. Leur exiguïté s'opposait à l'entrée des bateaux du Rhône, en obligeant à de coûteux transbordements. Ils vont être élargis et rendus praticables pour des chalands de 60 mètres de longueur.

Si la région industrielle de Saint-Etienne était mise en communications par eau avec le Rhône, elle fournirait au trafic du fleuve les éléments dont il manque le plus : le gros fret, les produits métallurgiques et la houille. L'étude du canal de Saint-Etienne à Givors — qui établirait cette communication — a abouti à la présentation, par le Service des Ponts et Chaussées, d'un projet de canal de Roanne à Givors, par Saint-Etienne, dont le devis monte à 123 millions, dont 46 millions pour la portion Saint-Etienne à Givors. Si la dépense est élevée, les services rendus seraient considérables[1].

Le gabarrit des canaux français est fort variable et souvent insuffisant, au point que la navigation à longue distance par canaux est rendue à peu près impossible en raison des dimensions des écluses, qui varient d'une région à l'autre, même pour les artères principales. Quelques améliorations, faciles à réaliser, apporteraient de grands avantages. C'est ainsi que, du Havre à Marseille, il n'y a qu'un seul canal de 240 kilomètres qui ne permette pas aux chalands de 600 tonnes de passer : c'est le canal de Bourgogne. Il y aurait lieu également d'agrandir les écluses de la Saône canalisée, entre Verdun et

VALRAN (P. Didier), dans le *Bulletin de la Chambre de Commerce française de Genève*, avril 1909.

[1] L'exécution de ce projet comporte une dépense de 77 millions et demi de francs, y compris les augmentations de dépenses prévues pour agrandir la section du tunnel du Rove et améliorer certaines parties du canal; 35 millions et demi seront à la charge de l'Etat; le reste sera couvert par la Chambre de Commerce de Marseille, la ville et le département.

[1] On peut affirmer, avec M. Paul Léon, que la prospérité des charbonnages est en grande partie fondée sur la batellerie. C'est ainsi que les houillères de Saint-Etienne n'ont pu depuis quarante ans accroître leur production faute d'un rayon de vente suffisant. Tandis que le combustible étranger pénètre largement sur notre marché, le groupe minier de Saint-Etienne a été de plus en plus refoulé, jusqu'aux limites même du bassin. « Nous n'hésitons pas, écrivait en 1896 le Comité des houillères de la Loire, à attribuer à l'action des tarifs la décadence du bassin de Saint-Etienne. » Le transport de la houille par voie de fer de Saint-Etienne à Lyon est aussi élevé que pour le parcours par voie d'eau de Blanzy à Lyon, 4 francs à 4 fr. 50 par tonne.

Les charbons de Saint-Etienne se transportent à 6 et 8 centimes la tonne kilométrique, alors que ceux du Nord ne paient que 3 ou même 2 centimes, parce que le chemin de fer y est concurrencé par la voie d'eau.

Il en est de même pour la grosse métallurgie. Pour atteindre le marché de Fourchambault, dans la Nièvre, les aciéries de Saint-Etienne paient 5,5 centimes la tonne kilométrique, tandis que celles du Creusot ne paient que 4 centimes, grâce à l'existence du canal du Centre qui double la voie ferrée.

Les houillères de Montceau ne maintiennent leurs positions que dans les directions desservies par la voie d'eau; elles s'efforcent de développer la batellerie; aussi bien, depuis quelques années, la part des transports par eau est passée de 30 à 40 % de l'extraction.

PAUL LÉON : La navigation intérieure en France. *Revue économique internationale*, 15-20 novembre 1904. — F. ARNODIN : *La lutte économique des transports. Op. cit.*

Gray, d'autant plus que le bief du port de Saint-Jean-de-Losne constitue une grande gare de triage où aboutissent directement ou indirectement les canaux de Bourgogne, du Rhône au Rhin, de l'Est et de la Marne à la Saône[1]. « La pénétration le plus haut possible des chalands du Rhône, écrit M. J. Coignet, a une importance capitale en vue d'un projet qui s'imposera un jour : c'est celui d'un canal à section suffisante entre la Saône et le Rhin qui permette aux chalands du Rhin de venir jusqu'à Lyon, et à ceux du Rhône de remonter à Francfort[2]. » Le prodigieux développement industriel de l'Allemagne alimenterait certainement un trafic considérable, et Lyon doit se souvenir du rôle important qu'il jouait autrefois dans les échanges avec les villes libres de l'Allemagne.

Le 30 janvier 1908, M. Pierre Baudin a déposé à la Chambre des Députés un projet de résolution invitant le gouvernement à présenter un rapport sur la navigabilité du Haut-Rhône de Lyon à Genève. Cette branche du fleuve prendrait une grande importance si la Suisse réalisait son projet de constituer une voie navigable de Bâle à Genève[3]. D'autre part, les lecteurs de *la Revue* connaissent le projet de transport d'énergie électrique du Rhône à Paris, établi par MM. Blondel, Harlé et Mähl[4]. Ces ingénieurs font ressortir avec raison qu'il serait facile de profiter de l'établissement de l'usine de Génissiat, près de Bellegarde, pour rendre le Rhône navigable du lac du Bourget à Genève. Le grand barrage de Génissiat formerait en amont un bief navigable de 23 km. 5, s'étendant jusqu'à la frontière suisse. Il suffirait ensuite de quatre écluses et d'un canal souterrain pour atteindre le Léman. C'est la traversée de Genève qui constitue la grosse difficulté; il y a là, comme nous l'écrivait M. l'ingénieur Bernoud, une question d'esthétique qui prime en quelque sorte la question financière. Au canal souterrain de MM. Blondel, Harlé et Mähl, M. Bernoud substitue un canal dans le lit même du fleuve, dans le bras droit du Rhône. Un autre ingénieur suisse, M. Autran, propose un canal à ciel ouvert, comportant un ascenseur à plan incliné de 810 mètres de longueur et de 51 mètres de hauteur, et contournant toute la ville depuis Vernier jusqu'à l'embouchure du Vengeron[1].

En aval de Génissiat, un ascenseur et cinq barrages éclusés prolongeraient la navigation jusqu'au canal de Savières qui joint le Rhône au lac du Bourget, et permettraient de recueillir encore 30.000 chevaux de force en eaux basses. D'après MM. Blondel, Harlé et Mähl, les dépenses incombant aux sujétions de la navigation entraîneraient un supplément de dépense de 20 millions de francs, du lac du Bourget à la frontière suisse, de telle sorte que, pour une dépense de 270.000 francs par kilomètre, on obtiendrait une voie navigable accessible aux chalands du Rhône et du Rhin. Il resterait à améliorer simplement la partie actuellement navigable qui va du lac du Bourget à Lyon et qui n'est aujourd'hui fréquentée que par de petits bateaux plats, le mouillage minimum n'étant que de 60 centimètres. Après le débouché du canal de Jonage dans le Rhône, M. Coignet estime que la meilleure solution consisterait à relever le plan d'eau du Rhône dans la traversée de Lyon par un barrage mobile établi sur le fleuve à son confluent avec la Saône. L'exécution des barrages successifs sur le haut Rhône, en diminuant beaucoup l'apport des graviers à Lyon, rendrait sans doute possible cette solution, qui aurait l'avantage de mieux utiliser tous les bas-ports du Rhône à Lyon[2].

Nous voyons ainsi, d'après le Mémoire de MM. Blondel, Harlé et Mähl, que c'est la vente du courant accumulé dans le haut Rhône qui rend possible les améliorations du fleuve sur ce parcours. Ce sera une ou des combinaisons de ce genre qui résoudront financièrement le problème sur le trajet Lyon-Arles, qu'il s'agisse d'un meilleur aménagement du fleuve ou de la création d'un canal latéral, de telle sorte que la navigabilité du Rhône nous semble liée à l'industrie et au commerce du courant d'électricité. « L'industrie hydro-électrique, écrivait récemment M. Gaston Valran[3],

[1] L. Laffitte : *L'expansion économique de la France par l'amélioration et le développement de ses moyens de transport.* 1 br. in-8°. Paris. Bureaux des *Questions diplomatiques et coloniales*, 1904.

[2] Jean Coignet : *Le projet de canal de Marseille au Rhône.* Rapport présenté à la Chambre de Commerce de Lyon. Lyon, 1896.

[3] Sur les projets suisses entre Bâle et Genève, cf. les articles de MM. Léon Mahl et Gaston Valran, dans le *Bulletin mensuel de la Chambre de Commerce française de Genève*, 1908, et notre ouvrage : *La Suisse au XXe siècle.* 1 vol. in-16. Paris, Colin, 1908.

[4] G. de Lamarcodie : Le projet d'adduction à Paris des forces motrices du Rhône. *Revue générale des Sciences*, 15 octobre 1907. — Cf. également A. Blondel, E. Harlé, L. Mahl : *Projet de transport d'énergie électrique du Rhône à Paris avec aménagement du Haut-Rhône pour la navigation internationale.* Extrait relatif : 1° aux considérations générales et à l'étude sommaire des diverses solutions; 2° à la navigation.

[1] M. Autran : *La Navigation sur le Rhône entre Lyon et le lac Léman*, travail présenté à l'Assemblée constitutive de l'*Association romande pour la navigation intérieure* (23 octobre 1908). Extrait de la *Schweizerische Wasserwirtschaft*, Zürich, 1908.

[2] J. Coignet : *Amélioration et extension des voies navigables de la France.* Rapport présenté à la Chambre de Commerce de Lyon, le 6 août 1908.

[3] *Bulletin de la Chambre de Commerce française de Genève*, avril 1909. — C'est en vue de ces solutions mixtes que, de concert avec nos collègues MM. Gaston Valran et Paul Masson, et sous le patronage de la Chambre de Commerce française de Genève, si dévouée à tout ce qui touche aux relations franco-suisses, nous avons fait adopter le vœu

apportera-t-elle la solution du problème de l'industrie des transports par eau? Telle est l'orientation nouvelle. C'est peut-être une raison d'espérer que l'on est plus près que l'on ne croirait de la réalisation pratique. »

Pierre Clerget,
Professeur à l'Ecole Supérieure de Commerce de Lyon.

REVUE ANNUELLE DE CHIMIE MINÉRALE

I. — La désagrégation de l'atome chimique par le radium.

Dans la précédente revue de Chimie minérale (30 avril 1908, p. 322), nous avons enregistré les résultats obtenus par Sir William Ramsay sur la désagrégation de l'atome chimique sous l'influence de l'émanation du radium. Ces résultats ont vivement impressionné le monde savant. Il fallait s'attendre à les voir discuter et contrôler. Mme Curie a essayé de répéter les expériences de l'illustre savant anglais, en se plaçant à l'abri des causes d'erreurs qu'elles peuvent comporter.

L'expérience faite par Ramsay avec la collaboration de M. Cameron est très simple. On place une solution de sulfate de cuivre ou de nitrate de cuivre dans un petit ballon de verre, et l'on y introduit une forte quantité *d'émanation*. Celle-ci s'y détruit spontanément en libérant une énorme quantité d'énergie. On sépare ensuite le cuivre de la solution, et celle-ci, évaporée à sec, abandonne un résidu formé d'un sel de sodium, accompagné d'un peu de potassium et de calcium. En outre, l'examen spectroscopique y décèle la présence d'une certaine dose de lithium. Quatre expériences effectuées dans les mêmes conditions ont conduit au même résultat. Des expériences comparatives, faites simultanément avec du sulfate de cuivre ou du nitrate de cuivre non soumis à l'action de l'émanation du radium, ont abandonné un résidu notablement inférieur et l'on n'a jamais constaté la présence du lithium. Les essais de détermination des quantités de cet élément fournies par la désagrégation du cuivre ont conduit à admettre que 0,27 gramme de cuivre, provenant de 0,815 gramme de nitrate employé, ont produit 0,00017 milligramme de lithium.

Mme Curie a pensé que le lithium trouvé par Ramsay et Cameron provenait soit de l'attaque du vase de verre contenant du lithium par l'émanation, soit des impuretés des réactifs utilisés pour la transformation. Elle a remplacé le vase de verre par un vase de platine; l'eau et les acides nécessaires pour l'expérience ont été redistillés dans un alambic de platine et conservés dans des bouteilles de platine. Enfin, le sulfate de cuivre a été complètement purifié, et ne contenait plus de lithium. L'expérience de Ramsay et Cameron a été répétée avec de l'émanation fournie par une solution de de 0,25 gramme de chlorure de radium, qui contenait 0,19 gramme de radium. L'examen spectroscopique du résidu obtenu selon la méthode de Ramsay a montré qu'il était très faible et formé principalement de sodium et d'un peu de potassium. La présence du lithium n'a pas pu être constatée. La différence du poids du résidu obtenu dans des expériences directes et dans des expériences témoins est très faible. Elle varie de 0,1 à 0,3 milligramme. D'après Mme Curie, elle s'expliquerait « par le fait que, dans l'expérience faite avec l'émanation, la rentrée de celle-ci peut amener l'introduction de matières étrangères. Dans l'expérience de MM. Ramsay et Cameron, cette même différence est 0,88 milligramme et nous pensons qu'elle peut être attribuée à l'attaque plus énergique du verre par la solution en présence de l'émanation. » Ces expériences montreraient que la formation du sodium ou du lithium à partir du cuivre ne peut pas être considérée comme établie.

Cependant, dans un article paru dans la *Chemiker-Zeitung* du 9 mars 1909 : « Sur la Transmutation », Sir W. Ramsay maintient les conclusions de ses expériences, faites à l'abri des causes d'erreur signalées par Mme Curie. « Les vases de verre que j'ai employés, dit-il, ne contenaient pas de lithium, les sels de cuivre étaient purs, et dans quatre séries de recherches j'ai toujours constaté la présence de lithium. » Il ajoute qu'il ne faut pas s'étonner que Mme Curie ne soit pas arrivée aux mêmes conclusions. Il y a quelques années, Ramsay ayant fait agir l'acide chlorhydrique sur du borure de magnésium provenant de l'action du

suivant par le 9e Congrès international de Géographie, tenu à Genève en 1908 : « Considérant, d'une manière générale, la progression croissante des relations commerciales entre la France et la Suisse, et, d'une manière particulière, les conditions économiques naturellement favorables aux échanges entre Marseille, port colonial, et Genève, il est à souhaiter que les Pouvoirs publics et les associations privées des deux pays continuent leurs efforts en vue d'améliorer les moyens de transport fluviaux entre les deux régions. Considérant, d'autre part, l'importance prise par les questions fluviales devant l'opinion publique et rendant hommage aux travaux des ingénieurs qui ont déjà élaboré des projets, il est à souhaiter qu'il soit tenu un Congrès du Rhône navigable, avec exposition de plans pour l'étude des moyens de réaliser la jonction entre Marseille et Genève par voie d'eau. »

magnésium sur l'anhydride borique, est parvenu à isoler 70 centimètres cubes d'une combinaison de bore et d'hydrogène, un hydrure de bore gazeux, auquel il attribua la composition B^2H^3 (résultat fourni par l'analyse du composé et par sa densité). « J'ai recommencé vingt-cinq fois la réaction sans pouvoir la reproduire. J'ai employé de l'anhydride borique de toutes les provenances; j'ai fait varier la température, les circonstances de la réaction entre B^2O^3 et le magnésium, sans arriver à un résultat appréciable. Dans aucun cas, je n'ai pu obtenir plus de 2 centimètres cubes de ce gaz. Il est hors de doute, cependant, que ce gaz a été obtenu. Mais il ne m'a pas été possible de reproduire les circonstances de sa préparation, une fois obtenues par hasard. Il a pu arriver dans la transmutation du cuivre que le poids du résidu très minime obtenu par Mme Curie ait été du sodium au lieu de lithium. La réaction a été moins loin et s'est bornée à atteindre un des corps inférieurs de la même série. Il me paraît hors de doute que la grande énergie produite par la destruction de l'émanation, qui décompose l'eau avec formation de néon, et avec production d'hélium en présence de cuivre, puisse agir sur les atomes de cuivre[1]. » Ramsay annonce qu'il poursuit ces intéressantes recherches. Il n'est pas douteux qu'il parviendra à préciser bientôt d'une manière définitive cette question passionnante de la désagrégation de l'atome chimique.

II. — La liquéfaction de l'hélium.

Nous avons à enregistrer cette année une conquête nouvelle due aux efforts de M. Kammerling Onnes, directeur du Laboratoire cryogène de Leyde. L'hélium gazeux, après avoir résisté à toutes les tentatives de liquéfaction faites antérieurement, a été transformé en hélium liquide. En le comprimant jusqu'à cent atmosphères et en le soumettant au refroidissement provoqué par l'évaporation, sous la pression de 6 centimètres, de l'hydrogène liquide, on a recueilli, dans le fond non argenté d'un verre évidé à double paroi, un corps liquide dont la densité est égale à 0,154 et dont le point d'ébullition, déterminé à l'aide d'un thermomètre à hélium, est de 4°,3. Cet hélium liquide n'a pas été encore solidifié.

III. — Les propriétés catalytiques des métaux et des oxydes métalliques.

L'étude des phénomènes catalytiques semble jouir, depuis quelques années, de la faveur des chimistes. L'industrie en a retiré des applications qui ont produit les meilleurs résultats. Les procédés de contact pour la fabrication de l'acide sulfurique, soit par l'amiante platinée, soit par l'action combinée de l'oxyde de fer et de l'amiante platinée, se sont rapidement implantés dans les différents pays du monde et de nombreuses fabriques utilisent ces procédés.

L'emploi des métaux divisés comme agents de catalyse a fourni à la Chimie organique une méthode d'hydrogénation universelle. Dans certaines conditions, ces métaux peuvent même déshydrogéner, accomplissant ainsi une réaction inverse. Depuis quelque temps, l'industrie utilise ces réactions, soit pour la préparation d'aldéhydes ou de cétones, soit pour la transformation du bornéol en camphre. L'hydrogénation de l'oxyde de carbone a permis d'augmenter la richesse du gaz d'éclairage en méthane ou de transformer le gaz à l'eau en un mélange de méthane et d'hydrogène. Cette réaction simple et peu coûteuse a l'avantage d'augmenter le pouvoir calorifique de ces gaz et de supprimer leur toxicité. La fixation de deux atomes d'hydrogène sur l'acide oléique a permis de transformer ce corps en acide stéarique. C'est là un problème du plus grand intérêt dont la solution a été recherchée depuis longtemps par les chimistes. D'autres applications tout à fait inattendues sont en voie d'exécution; nous les ferons connaître dès que l'industrie les aura fait entrer dans la pratique.

Les oxydes métalliques jouissent, comme les métaux divisés, mais à un degré moindre cependant, de propriétés catalytiques de déshydrogénation ou de déshydratation vis-à-vis des alcools. Ils ne se comportent pas tous de la même manière.

Certains enlèvent seulement l'hydrogène aux alcools en fournissant des aldéhydes; d'autres sont simplement déshydratants et permettent de préparer très aisément les carbures éthyléniques; un certain nombre, enfin, jouissent de propriétés catalytiques mixtes, à la fois déshydrogénantes et déshydratantes. Mais les réactions les plus curieuses qu'ils fournissent sont celles qui permettent la fixation temporaire d'oxygène ou d'ammoniac. La fixation d'oxygène permet de réaliser l'oxydation directe des alcools et des carbures; la fixation d'ammoniac conduit à une préparation générale des amines de toute espèce. C'est ainsi que beaucoup d'oxydes irréductibles (thorine, acide titanique, oxyde de chrome, oxyde d'aluminium, etc.) réalisent simplement la substitution du résidu amidé AzH^2, ou amidé substitué $RAzH$, à l'oxhydrile de l'alcool. Fait curieux, le cuivre fournit un résultat semblable, et l'on assiste à une déviation de fonction tout à fait inattendue. L'action du cuivre sur un alcool seul est une action déshydro-

[1] Ramsay : *Chemiker-Zeitung*, n° 29, p. 261, 1909.

gênante, conduisant à l'aldéhyde; en présence d'ammoniac, il produit une action déshydratante, fournissant l'amine.

D'autres réactions intéressantes pourraient être citées. Nous nous bornerons à signaler un exemple d'oxydation catalytique par le cuivre divisé, indiqué dans ces derniers temps par M. Bougault. On sait que Wurtz avait obtenu l'hydrure de cuivre Cu^2H^2 en réduisant le sulfate de cuivre par l'hypophosphite de soude ou l'acide hypophosphoreux. Lorsqu'on utilise l'hypophosphite de soude en employant des quantités bien différentes de ce sel et de sulfate de cuivre (8 gr. de $SO^4Cu.5H^2O$ pour 2 gr. d'hypophosphite), on obtient un précipité jaune que l'ébullition transforme peu à peu en un corps bien cristallisé, qui n'est autre chose que du cuivre très pur. Le précipité jaune amorphe formé au début de la réaction est un hypophosphite cuivreux, décomposé ensuite par l'ébullition en cuivre pur et en sel cuivrique. En changeant les conditions de l'expérience (2 à 3 gr. de $SO^4Cu.5H^2O$ et 10 gr. de PO^2H^2Na), c'est l'hydrure de Wurtz, de coloration brun-kermès, qui se précipite. Si on le maintient au bain-marie bouillant, on observe un fort dégagement d'hydrogène et le précipité se rassemble en une mousse brun rougeâtre à la surface du liquide. Cette mousse, une fois séparée du liquide par décantation, et lavée à l'eau bouillie, ne donne plus lieu à aucun dégagement gazeux lorsqu'on la fait bouillir avec de l'eau. Mais, si on la chauffe avec une solution d'hypophosphite au cinquième, il se produit un abondant dégagement d'hydrogène. Quand le dégagement gazeux a cessé, si on remplace le liquide décanté par une nouvelle quantité d'hypophosphite, de l'hydrogène se dégage de nouveau et le phénomène se produit indéfiniment. Un atome de cuivre a pu donner ainsi un dégagement de plus de 30 molécules de gaz. Dans cette réaction, l'eau est vraisemblablement catalysée par ce cuivre si actif, qui se trouve dans un état de division extrême, en hydrogène et oxygène. Ce dernier oxyde l'hypophosphite et le fait passer à l'état de phosphite et de phosphate de soude. Cette réaction intéressante mérite d'être étendue, et il serait utile de voir si l'hydrogène naissant formé dans ces conditions peut réaliser les différentes réductions ou fixations d'hydrogène, accomplies habituellement par l'amalgame de sodium ou les divers réducteurs.

IV. — Métalloïdes.

Nous avons à signaler peu de travaux dans la chimie des métalloïdes.

Le silicium a été l'objet d'un certain nombre de recherches fort intéressantes. Elles montrent, une fois de plus, l'analogie étroite qui existe entre ce corps et le carbone.

M. Lebeau a repris l'étude des siliciures d'hydrogène. On sait que les combinaisons bien définies du silicium et de l'hydrogène se réduisent au siliciure gazeux SiH^4 de Buff et Wöhler et à l'hydrogène silicié Si^2H^6. Ces deux corps sont analogues au méthane CH^4 et à l'éthane C^2H^6. M. Ogier a décrit un hydrure solide de formule $(Si^2H^2)^4$, et Bradley aurait obtenu un composé analogue à l'acétylène, l'hydrure Si^2H^2, en décomposant les siliciures alcalino-terreux par les acides.

A cette liste, M. Lebeau a ajouté un nouveau composé, analogue à l'éthylène, le siliciure Si^2H^4. En traitant le siliciure de magnésium par l'acide chlorhydrique, selon le procédé de Moissan et Smiles, et condensant les gaz dégagés par la réaction à l'aide d'air liquide, il a obtenu une masse solide qui, réchauffée lentement, a abandonné 5 litres d'un gaz totalement exempt d'hydrogène. Soumis à un nouveau fractionnement, ce gaz a fourni d'abord un silicométhane SiH^4 pur, et non spontanément inflammable; puis une fraction renfermant un gaz détonant violemment au contact de l'air, bouillant à — 7° et qui est décomposé par l'action des alcalis en silicate alcalin et hydrogène, selon la formule :

$$Si^2H^6 + 4NaOH + 2H^2O = 2SiO^3Na^2 + 7H^2.$$

C'est le silico-éthane. Après séparation de ces deux gaz, il reste un composé liquide qui bout à une température supérieure à 60°, spontanément inflammable au contact de l'air. C'est le silicoéthylène Si^2H^4 et c'est à lui que le silicométhane et le silicoéthane doivent d'être spontanément inflammables dans l'air.

Les analogies du silicium et du carbone se poursuivent encore dans les chlorures. On sait préparer aisément tous les chlorures dérivés du méthane et des carbures d'hydrogène homologues. On obtient plus difficilement les composés correspondants du silicium et peu d'entre eux sont bien connus. Par action directe du chlore sur le silicium, Berzélius a obtenu pour la première fois le tétrachlorure de silicium $SiCl^4$, liquide fumant à l'air, bouillant vers 58°; la décomposition de ce composé au rouge vif a fourni le composé Si^2Cl^6, l'hexachlorosilicoéthane, bouillant à 146°. Enfin Gattermann et Weinling avaient décrit un sous-chlorure Si^3Cl^8, dérivé chloré du silicopropane. On avait là un exemple d'un composé chloré d'un hydrure de silicium inconnu Si^3H^8 et l'on pouvait se demander s'il ne serait pas possible d'augmenter la liste de ces chlorures à l'aide d'une méthode qui les produirait simultanément. Il y a quelque temps, MM. Besson et Fournier ont soumis à l'action de l'effluve un mélange d'hydrogène sec et de vapeurs de silicochloroforme

$SiHCl^3$. Il s'est formé un liquide oléagineux, d'où la distillation fractionnée, effectuée sous pression réduite et dans une atmosphère de gaz inerte, a séparé :

Du silicoéthane perchloré Si^2Cl^6;

Du silicopropane perchloré Si^3Cl^8, bouillant à 215°;

Du silicopentane perchloré Si^5Cl^{12}, fumant fortement à l'air, et bouillant à 150° sous 15 millimètres;

Du silicohexane perchloré Si^6Cl^{14}, corps solide blanc, se sublimant dans le vide vers 200°;

Enfin un mélange très visqueux de chlorures très condensés. C'est donc la série des chlorures de silicium du type Si^nCl^{2n+2} qui a pris naissance. Cette méthode a l'avantage de fournir ces chlorures complètement purs. Il n'y a pas formation d'oxychlorures. On sait combien il est pénible, pour ne pas dire impossible, de séparer ces derniers des chlorures formés.

Parmi les dérivés chlorés du silicométhane $SiCl^4$, on a décrit jusqu'à présent le composé tétrachloré, $SiCl^4$, et le dérivé trichloré $SiHCl^3$, le silicochloroforme, analogue au chloroforme. Il paraissait surprenant que la formation des dérivés chlorés analogues au chlorure de méthyle CH^3Cl et au chlorure de méthylène CH^2Cl^2, ne puisse avoir lieu. Or, si l'on fait passer de l'acide chlorhydrique gazeux sur du silicium amorphe chauffé vers 300-400°, on condense à l'aide d'air liquide un composé liquide d'où l'on isole, à l'état pur, le chlorure de silicométhane SiH^3Cl, bouillant à —10°, et le bichlorure SiH^2Cl^2, bouillant vers 12°. Ce sont deux liquides incolores, très mobiles, très dilatables, décomposables par l'eau et les alcalis avec un dégagement abondant d'hydrogène. Leurs vapeurs produisent avec l'air des mélanges détonants. La réaction ne fournit pas le silicométhane SiH^4.

Si l'on examine les points d'ébullition des quatre dérivés chlorés du silicométhane, on trouve une différence constante (23°) entre deux composés successifs. Cette règle n'existe pas pour les dérivés chlorés du méthane.

Dans la série de l'azote, nous avons quelques faits nouveaux à signaler. Dans un brevet pris sous le titre de « Procédé de production de l'hydrazine », Raschig décrit les diverses phases de l'opération qui produit l'hydrazine par action des hypochlorites sur l'ammoniaque. Dans cette réaction, que nous avons signalée l'an dernier, il se forme de la chloramine AzH^2Cl, qui se transforme en hydrazine par l'action ultérieure de l'ammoniaque, à chaud. Une réaction secondaire peut se produire; elle répond à la formule :

$$3\,AzH^2Cl + 2\,AzH^3 = Az^2 + 3\,AzH^4Cl.$$

Elle représente une perte en hydrazine; on la diminue d'autant plus que l'on ajoute au mélange de chloramine et d'ammoniaque une faible quantité de liquides pouvant augmenter la viscosité de la solution : par exemple, du saccharose, du lévulose, de la glycérine, de la gélatine, de la colle forte, etc. On obtient ainsi des rendements de 70 à 80 %. Le mode opératoire de Raschig peut être facilement répété dans les laboratoires. On ajoute, à 3 litres d'une solution concentrée d'ammoniaque, 12 centimètres cubes d'une solution de colle forte à 5 %, puis un litre d'une solution d'hypochlorite de soude. On chauffe pour chasser l'excès d'ammoniaque. On évapore le résidu jusqu'à ce qu'il commence à se séparer du sel et l'on précipite l'hydrazine sous forme de sulfate par addition d'acide sulfurique. On obtient 80 à 90 grammes du composé.

On sait que l'hydrazine est le point de départ d'une préparation de l'acide azothydrique ou azoïmide Az^3H. On le produit, soit en dirigeant des vapeurs nitreuses dans une solution, refroidie à 0°, de sulfate d'hydrazine, soit en agitant une solution benzénique de chlorure d'azote avec une solution d'hydrazine. Dans les deux cas, on obtient un mauvais rendement. Thiele a indiqué récemment une préparation donnant une meilleure utilisation de l'hydrazine. Il remplace l'acide azoteux par un mélange de nitrite d'éthyle et de méthylate de sodium. Le nitrite de sodium naissant réagit sur l'hydrazine pour donner la réaction :

$$AzO^2Na + AzH^2AzH^2 = Az^3Na + 2\,H^2O.$$

En opérant en solution éthérée, l'azothydrate de sodium se dépose. On le recueille et on le décompose par l'acide sulfurique. Il se dégage de l'acide azothydrique que l'on condense dans l'air liquide. On obtient ainsi un corps sensiblement pur. Il titre, en effet, 99,7 %. C'est un liquide incolore, mobile, bouillant à 37°, se solidifiant par refroidissement en une masse qui fond à —80°. On peut le conserver plusieurs jours sans observer la moindre décomposition. Il n'explose pas spontanément; mais le plus petit choc suffit. L'explosion se produit également si on le chauffe entre 60 et 100°. La densité de vapeur, déterminée à 25°, indique que cet acide a pour formule Az^3H.

Il est vraisemblable que l'acide azothydrique, obtenu par différents auteurs (Curtius, Tanatar, etc.), acide qui détone par simple agitation, était un composé impur, bien que l'on ait fixé son point d'ébullition à 37°.

Le nitrite de sodium est devenu un produit chimique important pour la fabrication des matières colorantes azoïques. L'industrie s'est préoccupée de le produire à l'état pur et à un prix de revient très faible. Jusqu'à présent, on le préparait par réduction du salpêtre du Chili à l'aide du plomb. Le

rendement est de 93 °/₀. Des brevets différents ont été pris pour la réduction du nitrate de soude à l'aide du fer, du graphite, du coke, des sulfures, des sulfites, de l'oxyde de carbone, de la chaux, etc.

Devant l'immense développement que prend la fabrication du nitrate de chaux par le procédé de Birkeland et Eyde, on devait songer naturellement à utiliser ce corps pour la production du nitrite de soude. Le problème a été résolu. Le sulfure de sodium, le sulfite de soude, ou le mélange de ces deux corps produisent avantageusement cette transformation. La soude mélangée de soufre opère la même réduction. Les réactions suivantes rendent compte de cette transformation :

$$1^\circ \quad 2(AzO^3)^2Ca + Na^2S = (AzO^2)^2Ca + 2AzO^2Na + SO^4Ca;$$
$$2^\circ \quad (AzO^3)^2Ca + 2SO^3Na^2 = 2AzO^2Na + SO^4Na^2 + SO^4Ca;$$
$$3^\circ \quad 3(AzO^3)^2Ca + Na^2S + 2SO^3Na^2 = 6AzO^2Na + 3SO^4Ca;$$
$$4^\circ \quad 3(AzO^3)^2Ca + 2S + 6NaOH = 6AzO^2Na + Ca(OH)^2 + SO^4Ca.$$

Cette dernière équation montre qu'il se fait une transformation totale du nitrate en nitrite; le résidu peut être utilisé comme engrais calcaire.

Il y a quelques années, M. Matignon a montré que la méthode la plus simple pour la préparation de l'hydrogène phosphoré gazeux, privé de phosphure spontanément inflammable, consiste à décomposer par l'eau acidulée le phosphure d'aluminium obtenu par réduction du phosphate tricalcique par la méthode aluminothermique. Le gaz obtenu contient seulement 3 °/₀ d'hydrogène; les 97 °/₀ restants sont constitués par de l'hydrogène phosphoré PH^3.

Il devenait, par suite, intéressant de rechercher une méthode pouvant fournir l'hydrure de phosphore liquide et l'hydrure solide. M. Jolibois a réussi à isoler ce dernier. Il a préparé du phosphure de zinc P^2Zn^3 en versant du zinc fondu sur du phosphore rouge bien sec tassé au fond d'un creuset de terre, et chauffant ensuite le tout dans un four Perrot jusqu'à ce qu'il ne se dégage plus de vapeurs de phosphore.

Ce composé P^2Zn^3 a été ensuite traité à 400° dans le vide par la vapeur de phosphore. Il s'est produit le composé P^2Zn, qui, sous l'action de l'acide chlorhydrique, a donné l'hydrure solide PH^3. C'est une méthode de préparation de ce composé.

V. — Métaux.

Quelques travaux intéressants ont été effectués sur les métaux. On a signalé un procédé original de fabrication des oxydes métalliques, applicable aux métaux qui fondent à basse température, tels que le zinc, le cadmium, le plomb, l'étain. Le métal fondu est coulé en un mince filet. On le pulvérise par l'action d'un jet de vapeur à 20-30 atmosphères. La poudre impalpable produite est immédiatement noyée dans un courant d'eau froide et soumise à une lévigation prolongée, puis séchée. Les particules métalliques se trouvant dans un état de division extrême sont lancées par un violent courant d'air dans l'intérieur de la flamme d'un chalumeau, et la traversent rapidement. Elles sont ainsi transformées en un oxyde très ténu, qui est entraîné par un aspirateur dans des appareils de condensation. La réaction a lieu en vase clos et, par conséquent, aucune parcelle ne flotte dans l'atelier. Cette invention est particulièrement intéressante au point de vue de l'hygiène, pour la préparation des oxydes de plomb. Elle mérite l'attention des industriels, au moment où est engagée dans tous les pays la lutte contre la fabrication des composés du plomb.

M. Bourion a continué l'étude de la chloruration des oxydes métalliques, effectuée par l'action simultanée du chlore et du chlorure de soufre S^2Cl^2. Il a constaté que ce dernier, employé seul, peut facilement transformer les oxydes métalliques en chlorures selon la réaction :

$$2MO + 2S^2Cl^2 = SO^2 + 2MCl^2 + 3S.$$

Les oxydes de manganèse, l'oxyde de nickel, les oxydes de chrome, de cobalt, des terres rares sont ainsi changés en chorures. Dans tous les cas, les chlorures obtenus sont rigoureusement exempts d'oxychlorures. La méthode est surtout aisée lorsqu'on veut préparer un chlorure fixe (chlorures des terres rares, par exemple) ou un chlorure peu volatil. Elle permet, en outre, la séparation aisée de la silice et de l'anhydride tungstique. L'auteur a appliqué récemment l'action chlorurante du chlore et du chlorure de soufre à la séparation en toutes proportions du thorium et du cérium, et du mélange ternaire thorium, cérium, glucinium, dans le mélange d'oxydes existant dans le corps qui sert à fabriquer les manchons à incandescence. Dans tous les cas, la méthode a donné des résultats très exacts.

MM. Otto Ruff et Eisner ont signalé une nouvelle classe de combinaisons du titane, les halogénures d'azoture de titane TiAzX.

En chauffant du titane-chloramide, obtenu par extraction avec de l'ammoniac liquide du chlorure de titane ammoniacal $TiCl^4.6AzH^3$, il se dégage du chlorure d'ammonium, de l'ammoniac, et il reste à 270-300° un résidu noir de chloroazoture de titane TiAzCl, souillé d'un peu d'oxyazoture de titane et d'acide titanique. En présence de l'eau, ce composé s'enflamme en fournissant de l'oxyde de titane TiO^2 et du chlorure d'ammonium :

$$TiAzCl + 2H^2O = TiO^2 + AzH^4Cl.$$

Les vapeurs de brome, dirigées par un courant d'anhydride carbonique sur du titane ou du carbure de titane chauffé dans un tube en verre d'Iéna, ont fourni le tétrabromure $TiBr^4$. Fondu et traité par l'ammoniaque, il fournit le composé $TiBr^4.6AzH^3$. Ce bromure ammoniacal, chauffé dans les mêmes conditions que le chlorure de titane ammoniacal correspondant, conduit au bromoazoture TiAzBr, à propriétés identiques au composé chloroazoté.

Il semblait que la découverte du nickel-carbonyle $Ni(CO)^4$, effectuée en 1890 par Mond, Langer et Quincke, — découverte qui a donné naissance à un procédé d'extraction du nickel métallique à partir de minerais peu riches en nickel, — serait suivie de près par la découverte du cobalt-carbonyle $Co(CO)^4$. Ces deux métaux, nickel et cobalt, se comportent, en effet, d'une manière identique dans leurs diverses réactions. Dans le compte rendu du Congrès de l'avancement des Sciences de Montauban (1902), M. P. Sabatier, décrivant les expériences qu'il avait effectuées sur l'action de l'oxyde de carbone sur le cobalt divisé, écrivait : « Lorsque l'oxyde de carbone passe sur du nickel à 300°, il est détruit avec formation d'anhydride carbonique et de charbon d'après la formule : $2CO = CO^2 + C$. On constate que le nickel divisé est mêlé de charbon. Cette expérience a été le point de départ de la découverte du nickel-carbonyle. Nous avons constaté que le cobalt divisé produit le même phénomène à plus haute température ; l'oxyde de carbone est dissocié en CO^2 et C. Si l'on admet la formation temporaire de nickel-carbonyle dans le cas du nickel, il est parfaitement rationnel d'admettre qu'il doit se produire du cobalt-carbonyle. On savait, d'ailleurs, qu'en chauffant dans un creuset deux couches superposées, l'une d'oxyde de cobalt, l'autre de charbon, on trouve, au bout d'un certain temps, du cobalt disséminé dans la masse charbonneuse. Cela ne peut s'expliquer que par la formation temporaire d'un cobalt-carbonyle très volatil et très instable, qui se détruit presque instantanément après sa formation. Il y a lieu de voir s'il est possible d'isoler cette combinaison. L'auteur pense, d'après les expériences récentes sur la formation limitée du nickel-carbonyle, que l'on parviendrait à atteindre le cobalt-carbonyle en opérant avec de l'oxyde de carbone sous pression élevée. »

Ces prévisions viennent d'être réalisées par MM. Mond, Hirtz et Cowap. Le cobalt très divisé a été chauffé à 150-200°, dans de l'oxyde de carbone comprimé à 100 atmosphères. En refroidissant brusquement le récipient, il se condense des cristaux orangés de cobalt-carbonyle $Co(CO)^4$. Leur densité est de 1,827 à 16°. Ils fondent à 42-46° en se décomposant partiellement. Comme le composé similaire, le nickel-carbonyle, le cobalt-carbonyle est insoluble dans l'eau, mais soluble dans les solvants organiques, alcool, éther. Il commence à se décomposer à 25° et il faut atteindre la température de 130° pour effectuer la destruction totale en cobalt et oxyde de carbone.

C'est encore à des chimistes anglais que revient l'honneur d'avoir isolé ce nouveau composé qui avait été prévu par un savant français, lequel s'était fondé sur des faits expérimentaux bien observés. Si M. Sabatier n'a pu, dès 1902, réaliser la formation du cobalt-carbonyle, il faut en rechercher la cause dans le manque d'outillage des laboratoires de province, peu favorisés au point de vue des subventions accordées pour les recherches scientifiques.

A. Mailhe,
Maître de conférences
à la Faculté des Sciences de Toulouse.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Rouse Ball (W.). *Fellow and Tutor of Trinity College.* — **Récréations mathématiques et Problèmes des temps anciens et modernes.** — *Deuxième édition française traduite d'après la quatrième édition anglaise par* M. Fitz Patrick. *IIe partie.* — *1 vol. in-12, de 363 pages (Prix : 5 fr.) Librairie scientifique A. Hermann, Paris,* 1909.

Après avoir consacré la première partie de son œuvre aux problèmes d'Arithmétique et d'Algèbre, M. Rouse Ball traite plus spécialement, dans ce second volume, des questions de Géométrie et de Mécanique. On y rencontre, cependant, un chapitre sur les Carrés magiques et une notice historique sur la résolution de l'équation du troisième degré, insérée jadis dans le *Bulletin* de Terquem (1856).

D'ailleurs, la plupart des récréations qu'étudie l'auteur sont tirées des recueils analogues de ses prédécesseurs, Ozanam et Lucas; mais il a su souvent simplifier leurs démonstrations ou les débarrasser d'inutiles détails. De son côté, le traducteur, M. Fitz Patrick, a fait quelques intéressantes additions à l'édition anglaise, entre autres sur le *carrelage* ou *parquetage*, sur le jeu de dominos et sur les prétendus inventeurs de la *quadrature du cercle*, dont il a retracé, d'après Montucla, la triste et parfois comique odyssée.

Jacques Boyer.

Fagerholm (Erik). — **Ueber den Sternhaufen Messier** 67 (Sur l'amas d'étoiles Messier 67). — *Thèse de Doctorat présentée à la Faculté des Sciences d'Upsal. Almqvist et Wiksells, éditeurs,* 1909.

La description de l'amas stellaire Messier 67 est basée sur deux clichés obtenus, l'un avec une pose de deux heures, et l'autre avec une pose d'une heure. Ils ont été pris à l'aide de la lunette de 33 centimètres d'ouverture de l'Observatoire d'Upsal.

Il a été possible de mesurer sur ces clichés les positions relatives de 295 étoiles, jusqu'à la grandeur 13,5.

Le Mémoire débute par l'étude des corrections instrumentales, erreurs de l'échelle et de la vis de la machine à mesurer. Les déterminations reposent sur les coordonnées équatoriales de 9 étoiles *normales*, dont 8 figurent dans le catalogue de l'*Astronomische Gesellschaft* (zone de Leipzig) et qui toutes ont été spécialement réobservées au cercle méridien de l'Observatoire de Lund par M. F. Engström. L'auteur a aussi fait usage de la position de 7 autres étoiles, qu'il nomme *subnormales*, et dont les coordonnées ont été prises sur deux clichés, faits dans ce but, et dont la durée d'exposition a été de dix minutes.

Les mesures des clichés ont été réduites en suivant les méthodes employées par MM. Bergstrand et Turner. L'auteur donne les coordonnées rectangulaires obtenues ainsi pour les 295 étoiles, les différences d'ascension droite et de déclinaison, $\Delta\alpha$ et $\Delta\delta$, et finalement les coordonnées équatoriales de ces étoiles pour l'équinoxe moyen de 1906,0.

La grandeur des étoiles a été déterminée par la mesure des disques stellaires sur la plaque 1 (pose 2 heures) et calculée par la formule d'interpolation :

$$m = a + b \log D,$$

où m est la grandeur, D le diamètre, a et b des constantes. Celles-ci doivent être déterminées par la mesure du diamètre d'étoiles d'éclat connu, effectuée sur la plaque. La grandeur visuelle de 15 étoiles de l'amas a été obtenue à l'aide du photomètre de Zöllner et rapportée à l'échelle photométrique du Catalogue de Potsdam, de Müller et Kempf, par comparaison aux étoiles 1289 (grandeur 7,78) et 1290 (grandeur 8,58) de ce Catalogue.

Si l'on compare les résultats obtenus par M. Fagerholm à ceux que M. Olsson a déduits des photographies du même amas, effectuées en 1898 à l'Observatoire de Stockholm, on constate qu'il n'est pas possible de mettre en évidence l'existence de mouvements propres réels des étoiles constituant l'amas. Par contre, on trouve de grandes différences systématiques entre l'éclat des étoiles; celles-ci paraissent plus faibles dans les déterminations de M. Fagerholm que dans celles de M. Olsson, en moyenne de 1,56 grandeur. Ajoutons que le Mémoire est accompagné d'une carte indiquant la position de toutes les étoiles de l'amas Messier 67 (G. C. 1712).

P. Stroobant,
Astronome à l'Observatoire royal de Belgique.

2° Sciences physiques

Duhem (P.), *Correspondant de l'Institut de France, Professeur à l'Université de Bordeaux.* — **Essai sur la Notion de Théorie physique de Platon à Galilée.** — *1 vol. in-8° de 140 pages (Prix : 5 fr.) Hermann, éditeur. Paris,* 1909.

M. Duhem, avec son érudition et sa clarté habituelles, nous entretient dans cet ouvrage de la notion de Théorie physique, dont il suit, avec une conscience et une finesse admirables, l'évolution chez les Anciens. Aux documents de Th.-H. Martin, de M. Giovanni Schiaparelli, de M. Paul Mansion, il prend la peine d'en joindre bon nombre d'autres, afin de lever les dernières incertitudes sur l'idée que les sages, de Platon à Galilée, se sont faite de la Théorie physique. Les troublantes questions de la valeur de la Théorie physique, de ses relations avec l'explication métaphysique, toujours actuelles, ont dominé de tout temps les discussions scientifiques et philosophiques; ce sont elles qui, à chaque page de l'ouvrage de M. Duhem, renaîtront sans cesse, fournissant les solutions les plus diverses à travers les âges et permettant à l'auteur — qui en analyse de très près les moindres mouvements — de montrer quels échos, parfois puissants, elles ont fait arriver jusque chez nos contemporains.

Durant la longue période de deux mille ans si soigneusement scrutée par M. Duhem, la Métaphysique règne en maîtresse sur toutes les investigations et les discussions scientifiques. Il lui appartient, en particulier, d' « examiner ce qui concerne l'essence du ciel et des astres », et, bien qu'elle n'ait jamais tiré de ses principes d'explication assez précise pour être contrôlée par les observations astronomiques, elle n'en émet pas moins la prétention de posséder la vérité et de condamner tout résultat acquis en dehors d'elle.

« On peut regarder les hypothèses de l'Astronomie comme de simples fictions mathématiques que le géomètre combine afin de rendre les mouvements célestes accessibles à ses calculs; on peut y voir aussi la description de corps concrets, de mouvements réellement accomplis. Dans le premier cas, une seule condition est imposée à ces hypothèses : celle de sauver les apparences; dans le second cas, la liberté de celui qui les imagine se trouve beaucoup plus étroitement limitée : s'il est, en effet, l'adepte d'une philosophie qui prétende connaître quelque chose de la céleste essence, il

lui faudra mettre ses hypothèses d'accord avec les enseignements de cette philosophie. »

Cette condition, imposée parfois aux hypothèses astronomiques, d'être conformes à la nature des choses a provoqué, par son imprécision nécessaire, les plus ardentes discussions. La science hellénique, après avoir apprécié cette conformité au moyen des principes de Physique [1] qu'Aristote avait posés, la reconnut, avec Adraste d'Aphrodisie et Théon de Smyrne, à la possibilité de construire avec des sphères solides convenablement emboîtées un mécanisme qui représentât les mouvements célestes. Mais les Grecs, avec la précision et la sûreté de leur sens logique, ne persistèrent pas dans cette voie; Ptolémée et les penseurs hellènes qui sont venus après lui n'ont voulu voir dans les excentriques et les épicycles que des fictions de géomètres propres à soumettre au calcul les phénomènes célestes.

Les Arabes sont restés étrangers à la tradition hellénique; après la prodigieuse ingéniosité géométrique des Grecs, ils ne pouvaient apporter que de bien minces perfectionnements aux hypothèses astronomiques; et d'ailleurs, esclaves de l'imagination, ils ont cherché à voir et à toucher ce que les penseurs grecs avaient déclaré purement fictif et abstrait. Un tel réalisme devait forcément indisposer les Péripatéticiens de l'Islam contre les doctrines de l'Almageste. La lutte dura pendant tout le XIIe siècle et le héros en fut Averroès; son contemporain et condisciple Al Bitrogi, admirateur aussi fanatique d'Aristote, entreprit de substituer un système nouveau à celui de Ptolémée. Ce nouveau système plut également aux disciples d'Averroès et aux continuateurs d'Adraste et de Théon. Un reflet de la pensée grecque se manifeste cependant dans le grand traité de Philosophie et de Théologie qu'au XIIe siècle composa le juif Moïse ben Maimoun, connu sous le nom de Maïmonide.

La Scolastique chrétienne du XIIIe siècle est en balance entre le système astronomique de Ptolémée et celui d'Al-Bitrogi; son caractère est bien symbolisé par l'attitude de saint Bonaventure, qui ne sait où porter son choix entre un système qui sauve les apparences, en rejetant les principes de la Physique péripatéticienne, et le système des sphères homocentriques qui s'appuie sur ces principes, mais qui ne s'accorde pas avec les faits. Fort heureusement, les principes posés par saint Thomas d'Aquin permettent aux astronomes d'user sans scrupule des hypothèses de Ptolémée pour étudier les mouvements apparents des astres, alors même que leurs opinions métaphysiques les eussent contraints de rejeter ces hypothèses. Les Ecoles italiennes de la même époque ne nous ont guère fourni de témoignages intéressants : on y discute peu de la nature et de la valeur des hypothèses que l'on emploie; il faut cependant faire exception pour Pierre de Padoue (Pierre d'Abano), qui se rallie au système de Ptolémée, lequel rend suffisamment compte des apparences et cela par le moindre nombre de mouvements.

Du début du XIVe siècle au début du XVIe siècle, tandis que les Averroïstes italiens persistent à refuser à l'Astronomie le droit d'user d'hypothèses qui ne soient pas conformes à la nature des choses, tandis que le dilettantisme et le scepticisme des beaux esprits s'accommodent volontiers des idées de Proclus, l'Université de Paris tient le juste milieu que les philosophes italiens n'ont pas su trouver, et donne, touchant la méthode physique, des vues d'une justesse et d'une profondeur qu'on ne retrouvera plus jusqu'au milieu du XIXe siècle. En particulier, Nicolas de Cues attribue aux astres une nature toute semblable à celle des quatre éléments et proclame que, comme les hypothèses de la Physique du monde sublunaire, les hypothèses de la Physique céleste ont pour seul objet de sauver les phénomènes.

Cette idée si nette se troublera peu à peu aux époques suivantes, tandis que les œuvres de Copernic renouvelleront l'Astronomie. L'antique supposition selon laquelle le Soleil serait immobile et la Terre mobile, que Dercyllide avait autrefois « rejetée avec exécration comme opposée aux fondements de la Mathématique », sera reprise et comparée aux phénomènes; elle se montrera capable de les sauver. Mais Copernic voudra faire plus, affirmer la vérité de cette hypothèse, oubliant peut-être que, pour en avoir le droit, il faudrait établir, en outre, que les phénomènes ne sauraient être sauvés si on l'abandonnait ou la modifiait.

Cette dernière prétention de Copernic passera pourtant longtemps inaperçue, grâce à la Préface anonyme dont se trouvait agrémenté le chef-d'œuvre : *Sur les Révolutions des orbes célestes*. Osiander l'avait écrite afin de rendre viable l'œuvre du Maître. « Les Péripatéticiens et les Théologiens, dit-il dans une lettre à Rhaeticus, le fidèle disciple de Copernic, s'apaiseront aisément si on leur fait entendre qu'à un même mouvement apparent peuvent correspondre des hypothèses différentes; qu'on ne les donne pas comme exprimant la réalité avec certitude, mais bien afin de diriger le plus commodément possible le calcul du mouvement apparent et composé. » A cette époque, le sentiment d'Osiander au sujet des hypothèses de Copernic était très répandu. Reinhold de Wittemberg attend avec impatience la publication des théories de Copernic, et, par ses *Prutenicae tabulae*, contribue grandement à en répandre l'usage parmi les astronomes. Les disciples de Reinhold partagent les opinions de leur maître. Ces mêmes opinions se retrouvent d'ailleurs à Nüremberg avec Schreckenfuchs, à Bâle avec Wursteisen. Ce dernier sera cependant plus exigeant : il voudra que les hypothèses soient au moins possibles, qu'il n'en résulte rien d'absurde; c'est cette exigence qui prétendra bientôt s'opposer à l'adoption du système de Copernic. Les Ptoléméens italiens usent d'ailleurs des hypothèses comme Osiander voulait qu'on le fît. A cette même époque, l'opinion d'Osiander est également partagée par les Théologiens. Luther, le premier, avait déclaré la guerre, au nom de l'Ecriture, aux hypothèses copernicaines; il fut suivi par son fidèle disciple, Philippe Mélanchton, qui professait à Wittemberg avec Reinhold; mais cela n'empêche en aucune façon d'admirer Copernic, puisqu'on est convaincu que ses hypothèses n'ont d'autre but que de sauver les phénomènes. Il y a tout lieu de croire que les théologiens catholiques de l'époque pensaient comme les protestants : la réforme du calendrier de Grégoire XIII en 1582, accomplie d'après les *Tabulae prutenicae*, semble l'indiquer.

Mais les choses vont changer : durant le demi-siècle qui s'écoule de la réforme du calendrier à la condamnation de Galilée, on veut trouver dans les hypothèses astronomiques des affirmations sur la nature des choses; il faut que ces hypothèses ne soient pas incompatibles avec les principes de la Physique et qu'elles ne soient pas en contradiction avec les enseignements de l'Eglise et avec les textes de l'Ecriture. C'est le jésuite Clavius qui le proclame, après le protestant Tycho-Brahé. Malgré cet état d'esprit, les Copernicains oublient la sagesse d'Osiander et ont l'imprudence d'affirmer que les suppositions de Copernic sont seules conformes à la réalité. Giordano Bruno continue la tradition de Copernic et de Rhæticus; Jean Képler est le plus ferme et le plus illustre représentant de cette tradition. La confirmation par la Physique des hypothèses copernicaines est le centre vers lequel convergent les recherches de Galilée. Celui-ci se heurta une première fois en 1616 aux théologiens du Saint-Office. Pour les Inquisiteurs, la saine Physique était la Physique d'Aristote et d'Averroès; quant à l'Ecriture, les consultateurs du Saint-Office se refusaient à en recevoir aucune interprétation qui n'eût pas pour elle l'autorité des Pères. Aussi les hypothèses admises par Galilée furent-elles jugées fausses en Philosophie et hérétiques en Théologie. Galilée ne se laissa convaincre ni par les conseils du cardinal Bellarmin, ni par ceux du cardinal Maffeo Barberini (plus

[1] On parlerait aujourd'hui de « Métaphysique » en une foule de circonstances où les Anciens prononçaient le mot « Physique ».

tard Urbain VIII), et la condamnation de 1633 vint confirmer la sentence de 1616.

« En dépit de Képler et de Galilée, dit M. Duhem en terminant, nous croyons aujourd'hui, avec Osiander et Bellarmin, que les hypothèses de la Physique ne sont que des artifices mathématiques destinés à sauver les phénomènes; mais, grâce à Képler et à Galilée, nous leur demandons de sauver à la fois tous les phénomènes de l'Univers inanimé. »

M. Duhem a réuni dans ce petit volume une très riche documentation, qu'il analyse avec la plus parfaite loyauté et la plus grande distinction. C'est toujours textes en mains qu'il discute la pensée des Anciens, de sorte qu'on peut à loisir contrôler ses moindres assertions et reprendre où l'on veut la discussion. Je signale, par exemple, une citation de Galilée (page 131) qui me paraît singulièrement profonde et me fait hésiter à recevoir d'emblée certains jugements de M. Duhem. On ne devra d'ailleurs pas oublier, au cours de la lecture de cet ouvrage, que l'auteur ne juge dans chaque savant que le philosophe et que « les plus grands artistes ne sont pas toujours ceux qui philosophent le mieux sur leur art ».

LÉON JALOUSTRE,
Ancien élève de l'École Normale supérieure,
Agrégé des Sciences physiques.

Lewkowitsch (J.), *Ingénieur-chimiste, Expert au City and Guilds of London Institute.* — **Technologie et Analyse chimiques des Huiles, Graisses et Cires.** *Tome II. Traduit de l'anglais par* M. ÉMILE BONTOUX, *Ingénieur-chimiste.* — 1 *vol. in*-8° *de* XIII-860 *pages avec fig.* (*Prix broché* : 30 *fr.*) *H. Dunod et E. Pinat, éditeurs. Paris*, 1909.

Le second volume de la traduction française de l'ouvrage bien connu du Dr Lewkowitsch vient de voir le jour. L'éloge de l'œuvre n'est plus à faire; mais ce qui ajoute à la valeur de l'édition française, c'est qu'une grande partie du texte original a été entièrement refondue, de façon à tenir compte des recherches les plus récentes.

Le tome II s'ouvre par un exposé général des méthodes de préparation industrielle des huiles et des graisses : fusion, expression, emploi des dissolvants volatils, puis des procédés de raffinage, de blanchiment et de conservation des huiles, graisses et cires. Le reste du volume est constitué par une série de monographies des différentes huiles, graisses et cires, présentées dans l'ordre suivant :

A. — HUILES ET GRAISSES. GLYCÉRIDES.
I. — *Huiles, ou corps gras liquides.* — 1. Huiles végétales : *a*) huiles siccatives : *b*) huiles demi-siccatives (groupe de l'huile de coton, groupe de l'huile de colza); *c*) huiles non siccatives. — 2. Huiles animales : *a*) huiles d'animaux marins (huiles de poisson, huiles de foie, huiles de cétacés); *b*) huiles d'animaux terrestres.
II. — *Graisses, ou corps gras solides.* — 1. Graisses végétales : *a*) groupe de l'huile de chaulmoogra; *b*) groupe de l'huile de coco. — 2. Graisses animales : *a*) graisses siccatives; *b*) graisses demi-siccatives; *c*) graisses non siccatives.

B. CIRES.
I. — *Cires liquides.*
II. — *Cires solides.* — 1. Cires végétales. — 2. Cires animales.

A propos de chaque corps décrit, l'auteur indique les méthodes de préparation, de raffinage et d'examen, et la recherche des falsifications. Son livre rendra donc de grands services, d'une part aux techniciens des industries des matières grasses, de l'autre aux analystes et aux experts, qui y trouveront des informations précises pour l'appréciation des adultérations.

Un dernier volume, dont l'apparition est proche, traitera des industries qui dérivent des matières grasses.

3° Sciences naturelles

Aubin (Eugène). — **La Perse d'aujourd'hui.** (**Iran, Mésopotamie**). — 1 *vol. in*-18 *de* 442 *pages avec une carte en couleurs hors texte.* (*Prix* : 5 *fr.*) *Armand Colin, éditeur. Paris*, 1909.

M. Eugène Aubin a fait en Perse un séjour assez court — il n'a pas duré plus de dix mois — et il a pu néanmoins rapporter de ce pays, comme précédemment du Maroc, les éléments d'un ouvrage très sûrement documenté. Il a voyagé dans le nord et l'ouest de la Perse et en a visité les principales villes. Son volume contient la description des régions qu'il a parcourues, mais un certain nombre de chapitres sont, en outre, spécialement consacrés à des sujets d'ordre général et d'actualité.

Les ouvrages de M. Eugène Aubin — nous faisons allusion aussi à son volume sur le Maroc qui se distingue par les mêmes qualités que celui-ci — n'ont pas seulement le mérite de donner d'une façon très précise la physionomie des pays visités, et cela en une forme élégante et agréable; ils se font également remarquer par le grand nombre de renseignements de toute nature qui font connaître, en même temps que la nature physique des diverses régions, leur état politique, social, économique, intellectuel, ainsi que la part d'influence que les nations européennes se trouvent y exercer.

C'est la partie nord de la Perse que M. Eugène Aubin a explorée le plus en détail. Tauris, le lac d'Ourmiah, le Kurdistan, le Gilan sont longuement décrits. De Téhéran, il a pris les routes du sud pour aller visiter Ispahan, Bagdad et les villes saintes du Chiisme, Kerbéla, Nedjef. Il a gagné le golfe Persique en descendant le Tigre.

L'auteur donne de très curieux détails sur ces lieux saints, très fréquentés des pèlerins, et il montre le rôle que le Chiisme, déformant la religion islamique, a joué dans les destinées de la Perse, en donnant une expression à sa nationalité et en fournissant un lien commun aux diverses races. En dernier lieu, l'évolution de la Perse a amené ce pays à un changement de régime politique et à l'inauguration d'un Parlement, révolution dont M. Eugène Aubin a été mieux à même qu'aucun autre de faire connaître avec précision toutes les circonstances. Il avait aussi une compétence toute particulière pour apprécier l'accord anglo-russe du 31 août 1907, qui, partageant l'Iran en zones d'intérêts entre l'Angleterre et la Russie, n'a fait que constater une réalité, car si la Perse est, en droit, un Etat indépendant, elle représente néanmoins le terrain sur lequel les lignes russes et anglaises d'Asie se sont rapprochées. Cet accord, suivant de près la révolution, peut être de nature à favoriser le développement de la Perse.

Citons enfin, dans cet ouvrage, le chapitre consacré aux coutumes persanes, où l'auteur parle de la musique et de la danse des derviches et de leurs pratiques, de la chasse au faucon et de l'éducation des diverses espèces. GUSTAVE REGELSPERGER.

Mayet (Lucien), *Docteur en Médecine et Docteur ès Sciences.* — **Etude des Mammifères miocènes des Sables de l'Orléanais et des Faluns de la Touraine.** (*Thèse de Doctorat.*) — *Annales de l'Université de Lyon. Nouvelle série. Sciences, Médecine.* 1 *vol. in*-8° *de* 336 *pages avec* 12 *planches.* (*Prix* : 10 *francs.*) *Baillière et fils, éditeurs. Paris*, 1909.

Le Mémoire qui a servi à M. Mayet de thèse pour le doctorat ès sciences comble une importante lacune dans l'étude des Mammifères fossiles. La faune du Miocène inférieur n'avait jamais été l'objet d'une monographie détaillée; de riches gisements situés non loin de Paris, connus depuis Cuvier, avaient fourni aux diverses collections publiques ou privées des ossements fossiles trop longtemps restés inétudiés, ou plutôt

souvent cités sans avoir été attentivement examinés, par suite d'un concours particulier de circonstances.

Cette formation géologique, dite « sables de l'Orléanais », est d'ailleurs complexe et la stratigraphie en est fort difficile à préciser dans cette région de grandes plaines où les coupes naturelles et les exploitations profondes sont fort rares; M. Mayet a pris soin de visiter tous les gisements et d'en donner ici des descriptions détaillées.

La stratigraphie et l'étude de la faune établissent une distinction absolue entre les « sables de l'Orléanais » et les « faluns de la Touraine ». Tandis que les premiers (burdigaliens) renferment des restes de Mammifères plus archaïques tendant vers la faune aquitanienne de Saint-Gérand-le-Puy, les seconds (helvétiens) ont fourni des fossiles présentant beaucoup plus d'affinités avec ceux de Sansan.

Dans le Burdigalien, M. Mayet distingue, de bas en haut : le calcaire de Montabuzard, les sables de Chitenay, les marnes de Suèvres, les sables de l'Orléanais proprement dits (que l'on peut, je crois, ainsi que l'a proposé récemment M. Stehlier, diviser en deux horizons), puis les marnes de l'Orléanais et les sables de Sologne non fossilifères.

Il ne semble pas que l'étude des Mammifères fossiles permette de subdiviser la formation helvétienne du Blaisois et de la Touraine. On a cru, pendant longtemps, que les ossements fossiles trouvés dans les faluns provenaient exclusivement des sables de l'Orléanais sous-jacents. Un tel remaniement n'est pas rare, mais les faluns contiennent néanmoins une faune de Mammifères distincte, plus évoluée [1].

On peut voir, dans ces formations successives, disparaître les derniers survivants de groupes anciens tels que les Dicératheridés, les Anthracothérédés, évoluer certains ordres, celui des Ruminants, par exemple, ou certains genres (*Stenoofiber*) ou certaines espèces (*Anchitherium aurelianense*, *Trochichtis zibethoides*); on voit apparaître des formes nouvelles (*Rhinoceros aurelianensis*, voisin des *Teleoceras* américaines, mastodontes venus probablement d'Afrique, *Pliopethecus*) dont les ancêtres n'ont pas été trouvés dans les terrains plus anciens de France, et qui doivent être considérées, dans l'état actuel de nos connaissances, comme immigrées.

Les descriptions données par M. Mayet sont claires, très détaillées, appuyées d'utiles comparaisons et accompagnées d'excellentes figures. Après de tels efforts analytiques, patiemment continués pour suivre pas à pas les lentes modifications de la faune dans les assises superposées, les synthèses seront fructueuses et permettront aux paléontologistes de comprendre le rôle des divers facteurs de l'évolution.

Armand Thevenin,
Docteur ès Sciences,
Assistant au Muséum d'Histoire naturelle.

4° Sciences médicales

Kraus (R.), *Professeur à l'Université de Vienne*, et **Levaditi** (C.), *Attaché à l'Institut Pasteur de Paris*. — **Handbuch der Technik und Methodik der Immunitätsforschung** (Traité de technique et méthodique des recherches sur l'immunité). *Tome II* : **Antikörper** (Les Anticorps). — 1 *vol. in*-8° *de* 1220 *pages avec* 131 *figures*. (*Prix* : 41 *fr.* 25.) *G. Fischer, éditeur. Iena*, 1909.

En analysant le tome I de ce Traité [2], consacré aux « antigènes », nous avons indiqué le plan général de l'ouvrage. Le second et dernier volume, qui vient de paraître, renferme tout ce qui est relatif aux « anticorps ».

Il s'ouvre par un exposé de la technique de la production des anticorps chez les gros animaux (l'exemple choisi étant l'obtention du sérum diphtérique chez le cheval), dû au Professeur Kretz, de Vienne, tandis que M. Th. Madsen décrit les méthodes d'immunisation chez les petits animaux d'expérience. M. C. Levaditi expose ensuite la technique de l'obtention des immunsérums antibactériens et anti-toxiques chez les gros animaux, et M. E. Pribram la préparation des anticorps par les méthodes chimiques et physiques. Vient alors une série de monographies sur les diverses antitoxines : contre la diphtérie, le botulisme, le tétanos, la dysenterie, le choléra, le typhus, les venins des serpents, la fièvre des foins, etc.

M. C. Levaditi a exposé, dans un important chapitre, l'état actuel de nos connaissances sur la phagocytose, puis, dans un autre chapitre écrit en collaboration avec M. Inmann, ce qu'on sait sur les opsonines. Le Dr A. Böhme fait l'étude des sérums bactériolytiques, qui est suivie d'une série de chapitres sur les sérums pesteux, streptococcique, du choléra des poules, de la peste des porcs, de la peste bovine, etc.

Au phénomène de l'agglutination est réservée une notable partie de l'ouvrage : M. R. Volk en expose la technique et l'application au sérodiagnostic des bactéries, M. B. Kreissl l'application au sérodiagnostic clinique; MM. P. Uhlenhuth et O. Weidanz décrivent le procédé de différenciation biologique des albumines par la méthode des précipitines, et montrent surtout les services qu'il peut rendre dans l'examen médico-légal du sang et de la viande.

L'ouvrage se termine par quelques chapitres sur l'anaphylaxie, les hémolysines et cytotoxines du sérum sanguin, les colloïdes et lipoïdes dans leurs rapports avec l'immunité, et enfin sur la méthode de fixation du complément de Bordet-Gengou et son emploi au sérodiagnostic des maladies infectieuses, spécialement de la syphilis.

Le Traité dont MM. Kraus et Levaditi ont dirigé la publication est un ouvrage unique en son genre; c'est un exposé magistral et complet de l'état actuel de nos connaissances sur tout ce qui touche à la doctrine de l'immunité. Il sera infiniment précieux, à la fois aux cliniciens, en mettant en pleine lumière les résultats déjà applicables au diagnostic et au traitement des affections microbiennes, et aux chercheurs de laboratoire, en leur montrant les voies qui restent à explorer et en leur fournissant un guide sûr dans leurs investigations.

5° Sciences diverses

Boex-Borel (J. H.), *dit J. H. Rosny aîné*. — **Le Pluralisme.** — 1 *vol. in*-8°, *F. Alcan, éditeur. Paris*, 1909.

M. Appell a présenté cet ouvrage à l'Académie des Sciences en ces termes :

« Dans une étude consciencieuse, M. J. H. Boex-Borel montre que le savoir le plus subtil confirme la discontinuité et la diversité des phénomènes, que nous révèle déjà l'expérience familière. L'Univers est multiple; il ne nous fait voir nulle part l'unité ni la dualité. Rien n'est absolument semblable à rien; les relations des phénomènes entre eux sont imparfaites et variées. C'est l'analogie et non l'identité qui se retrouve au fond des évolutions innombrables auxquelles nous assistons dans le monde visible et que nous suggère l'étude du monde infinitésimal. D'ailleurs, la science s'accommode de moins en moins des mesures absolues qui conviennent aux vues unitaires, et de mieux en mieux des mesures approximatives qui s'harmonisent avec une conception pluraliste.

« L'auteur conclut au pluralisme, à un pluralisme *illimité* et non pas à une monadologie. »

[1] M. Mayet vient de consacrer, en collaboration avec Mme la comtesse Lecointre, un nouveau Mémoire à l'*Etude sommaire des Mammifères fossiles des faluns de la Touraine proprement dite*. Annales de l'Université de Lyon, fascic. 26, 1909, 1 vol. 8°, 72 pages.

[2] *Revue gén. des Sciences* du 30 août 1908, t. XIX, p. 673.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 1er Juin 1909.

M. le Secrétaire perpétuel annonce le décès de M. **Th. W. Engelmann**, correspondant de l'Académie pour la Section de Médecine et de Chirurgie.

1° Sciences mathématiques. — M. **P. Koebe** présente ses recherches sur la fonction potentielle et la fonction analytique ayant un domaine d'existence donné à un nombre quelconque (fini ou infini) de feuillets.

2° Sciences physiques. — M. **W. Duane** décrit une nouvelle méthode pour la mesure de la chaleur dégagée par les corps radio-actifs, basée sur l'augmentation rapide de la tension de vapeur d'un liquide très volatil quand la température monte. 1 gramme de radium dégage à l'heure 120 cal.; le radiothorium dégage une quantité de chaleur du même ordre. — Mlle **E. Gleditsch** a déterminé le rapport entre l'uranium et le radium dans les minéraux radio-actifs. Il est plus petit dans l'autunite que dans le pechblende, et plus grand dans la thorianite. — MM. **de Broglie** et **Brizard** ont constaté que les fumées produites par action chimique, sans élévation sensible de température et sans barbotage, ne sont pas chargées; elles sont transformées par les rayonnements ionisants en gros ions des deux signes jusqu'à une proportion d'équilibre. — M. **G. Claude** a fait l'analyse de l'air par liquéfaction fractionnée; il trouve que 1 million de parties d'air en volume contiennent 15 de néon, 5 d'hélium et moins de 1 d'hydrogène. — M. **W. Œchsner de Coninck**, en traitant le sulfate uraneux par le nitrate de baryum, filtrant et évaporant, a obtenu une forme de monohydrate uraneux spontanément oxydable à l'air en se transformant en monohydrate uranique. — M. **P. Pascal**, en faisant réagir certains gaz réducteurs (AzO) sur le chlorure de chromyle, a obtenu un sous-chlorure de chromyle $(CrO^2)^3Cl^6$, en cristaux marrons, $d = 2,51$, déliquescents, décomposables par la chaleur, donnant avec AzH^3 un sel $(CrO^2)^2(OAzH^4)^6$. — M. **E. Caille** a étudié au point de vue physico-chimique certains produits pharmaceutiques solides incompatibles, c'est-à-dire donnant des mélanges pâteux ou liquides. Il donne les courbes de solidification de ces mélanges. — M. **C. Gessard** montre que la catalase du sang est la cause de la décomposition de H^2O^2 par la fibrine du sang et par l'hémoglobine cristallisée. — MM. **P. Mazé**, **P. Guerault** et **Dinescu** ont constaté que le lait chauffé à 67-68° donne un rendement en caillé légèrement supérieur à celui que fournit le lait non pasteurisé; au-dessus, la présure présente une atténuation de son pouvoir coagulant, due à la précipitation des albumines.

3° Sciences naturelles. — MM. **J. E. Abelous** et **E. Bardier** : De l'action hypotensive et myotique de l'urine humaine normale (voir p. 560). — M. **Ch. Pérez** a observé, dans la métamorphose des Muscides, des myoblastes embryonnaires, primitivement extérieurs aux muscles tégumentaires, venant se fusionner avec eux pour donner les muscles définitifs. — M. **Col** signale l'envahissement de vignobles très anciens de la Loire-Inférieure par le *Lathræa Clandestina*, plante commune dans le département, dont les racines se fixent par des crampons-suçoirs sur celles de la vigne et la font dépérir. — M. **Em. Perrot** a fait l'étude d'un arbre de la Côte d'Ivoire dont l'écorce jouit de propriétés fébrifuges. C'est une Rubiacée à feuilles opposées, à fleurs blanchâtres et petites; l'écorce est presque uniquement composée par un tissu libérien limité vers l'extérieur par une écorce secondaire mince et un liège irrégulier. — MM. **A. Muntz** et **L. Faure** montrent que le degré de perméabilité des sols est le facteur essentiel de leur aptitude à utiliser l'eau. Une perméabilité très forte est une cause d'insuccès de l'irrigation, au même titre qu'une perméabilité très faible. — M. **P. Termier** signale, dans les terrains granitiques de l'île d'Elbe, des phénomènes d'écrasement tout aussi intenses et évidents que les phénomènes du même genre observés en Corse; il y a trouvé de très beaux types de mylonites granitique et microgranitique. — M. **Em. Haug** a étudié les nappes des Alpes orientales et leurs racines, qui se succèdent du nord au sud dans l'ordre même de l'empilement des nappes correspondantes. — M. **Ph. Négris** a constaté, en Grèce, entre le Lutétien moyen et le Lutétien supérieur, l'existence d'une émersion, indiquée par des conglomérats d'une part, par une discordance d'autre part. — M. **E. Maury** établit que toute la région orientale de la Corse où existent des schistes lustrés a été recouverte complètement par des nappes, au moins au nombre de deux, formées par du granite écrasé supportant des terrains sédimentaires non métamorphiques.

Séance du 7 Juin 1909.

1° Sciences mathématiques. — M. **C. Guichard** étudie les congruences dont les deux surfaces focales sont des quadriques. Il démontre que les surfaces dont les deux nappes de la surface des centres sont des quadriques de révolution à centre ont même représentation sphérique de leurs lignes de courbure que les surfaces à courbure totale constante. — M. **A. Demoulin** présente ses recherches sur les surfaces telles que les coordonnées géodésiques des lignes de courbure soient respectivement fonctions des courbures principales correspondantes. — M. **B. Hostinsky** présente une généralisation de la géométrie des cyclides, basée sur la transformation T de Lie. — M. **P. Helbronner** donne le résultat des déterminations d'altitude des sommets du massif Pelvoux-Ecrins, d'après ses opérations de triangulation. — M. **H. Larose** décrit un procédé de représentation physique des fonctions θ par la distribution de l'électricité le long d'un câble limité. — M. **H. Poincaré** met sous la forme d'équations de Fredholm les équations du champ électromagnétique d'un conducteur soumis à l'action d'un champ extérieur. — M. **H. Bourget** adresse les observations de l'éclipse totale de Lune du 3 juin faites par MM. Borrelly et Coggia à l'Observatoire de Marseille.

2° Sciences physiques. — M. **H. H. Hildebrandsson** a étudié les relations simultanées des éléments météorologiques entre certaines régions de la surface terrestre; il a trouvé une sorte de compensation entre des centres d'action voisins : ainsi la courbe de la pluie d'hiver à Java est presque identique à celle des variations barométriques à Bombay l'été suivant. — M. **K. Birkeland** a enregistré à Kaafjord (Finmark) de forts courants telluriques d'induction, provenant de grandes précipitations de corpuscules électriques venant du dehors qui se produisent dans les régions polaires. — M. **Devaux-Charbonnel** décrit une méthode d'étalonnement des condensateurs, consistant à décharger n fois par seconde, au moyen d'un électro-diapason, une capacité C, chargée par une pile E, dans un galvanomètre et à reproduire le courant qui passe au moyen de la pile et d'une boîte de résistance R. — M. **D. Hurmuzescu** décrit une méthode de mesure absolue d'une résistance en unités électrostatiques. Elle consiste à décharger un condensateur électrisé à travers une résistance en diminuant sa capacité de sorte que le

potentiel reste constant. On obtient la valeur de R en fonction de la variation de capacité par rapport au temps. — M. J. **Meynier** a constaté qu'une quantité infime de vapeur d'eau, débarrassée de tous ses gros ions, suffit à déterminer la combinaison de l'oxygène et du bioxyde d'azote. — MM. E. **Briner** et A. **Wroczynski** ont étudié les réactions dans les mélanges de gaz soumis à des pressions très élevées. AzO et HCl donnent AzOCl et H^2O; AzO et SO^2 donnent SO^3 et Az. — M. Ed. **Chauvenet** a préparé, par évaporation de solutions de mélanges des sels, les combinaisons hydratées du chlorure de thorium avec les chlorures alcalins. Le passage d'un courant de HCl sec vers 150° produit des sels doubles anhydres ou des oxyhalogénures. — M. G. **Dupont** a préparé, à partir de l'alcool butylique, le butine normal $CH^3CH^2C : CH$, Eb. 18°,5; son composé cuivreux, oxydé par le ferricyanure de potassium, fournit l'octadiine C^8H^2. C : C. C : C^8H^3, Eb. 163°-164°. — MM. A. **Haller** et Ed. **Bauer** ont préparé les trois oxybenzylidènecamphres, qui sont incolores comme le benzylidènecamphre, mais solubles en jaune plus ou moins foncé dans les alcalis. Les dérivés dialcoylamidés du benzylidènecamphre sont colorés en jaune et fournissent avec les acides des sels incolores dissociables par l'eau. — MM. L. **Bouveault** et **Levallois** ont fait la synthèse de quelques dérivés de la fénone racémique. — M. J. **Huerre** a constaté que le sarrasin contient une maltase basse agissant entre + 3° et + 70°, avec un optimum à 55°; son activité augmente soit par neutralisation partielle de l'alcalinité du milieu, soit par addition d'aminoacides ou d'acétamide.

3° Sciences naturelles. — M. M. **Boule** a étudié le squelette du tronc et des membres de l'homme fossile de La Chapelle-aux-Saints. L'ensemble du squelette, composé d'os relativement courts et épais, avec des insertions musculaires puissantes, présente les caractères d'une grande robusticité. — M. P. **Delanoë** signale quelques faits expérimentaux démontrant que les phénomènes anaphylactiques ne sont pas spécifiques. Il a pu désanaphylactiser des cobayes hypersensibles par des injections d'électrargol. — M. P. **Fauvel** a constaté que chez l'homme sain, au régime végétarien, le chocolat et le café augmentent l'excrétion des purines, diminuent l'excrétion de l'acide urique et empêchent la précipitation de ce dernier. — M. **Foveau de Courmelles** a traité avec succès les nævi par l'électrolyse positive et le rayonnement du radium. — M. C. de **Proszynski** indique le moyen par lequel il a pu supprimer les scintillements dans la vision cinématographique. — M. E. **Bataillon** montre que la réaction propre de l'œuf, qui expulse certains fluides, paraît être la condition initiatrice de tout développement complet ou abortif. L'auteur admet un rapport direct entre cette réaction et l'achèvement de la deuxième division polaire. — M. Ch. **Gravier** décrit les Madréporaires qu'il a recueillis aux îles San-Thomé et du Prince (golfe de Guinée). — MM. L. **Leger** et O. **Duboscq** montrent que le *Ithabdospora Thelohani* Laguesse n'est pas un parasite des poissons, mais des cellules muqueuses normales de l'épithélium intestinal de ces animaux. — M. G. **Lapie** distingue dans la Kabylie du Djurdjura deux subdivisions phytogéographiques : le domaine mauritanien septentrional et le domaine des hautes montagnes atlantiques. — M. J. **Lefèvre** a constaté que les solutions sucrées sont des aliments de choix pour l'embryon de *Pinus pinea*; la solution à 0.5 % d'amides, aliment de la plante adulte et de la graine, est incapable de nourrir l'embryon. — M. H. **Colin** a observé que le rougissement des rameaux de *Salicornia fruticosa* est accompagné d'une accumulation, dans le suc cellulaire, de chlorures minéraux et de composés hydrocarbonés solubles. — M. Alb. **Michel-Lévy** a étudié quelques basaltes tertiaires français du Vorland alpin à fumerolle éléolitique; ils apparaissent surtout vers l'est; les massifs plus à l'ouest présentent des magmas syénitiques.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 1er Juin 1909.

M. A. **Railliet** rappelle les dangers de contamination du pain qui proviennent du mode actuel de travail de la pâte à la main, et fait ressortir les avantages de la fabrication mécanique, tels qu'ils résultent d'un concours international, organisé récemment par le Syndicat de la boulangerie de Paris. Le concours a montré que le pétrin mécanique effectue le pétrissage tout aussi bien que la main de l'homme et à un prix beaucoup moins élevé; il supprime la fatigue excessive de l'ouvrier, dommageable pour sa santé, et donne complète satisfaction aux exigences de l'hygiène. — M. le Dr **Capitan** lit un travail sur la pathologie dans la céramique des anciens Péruviens.

Séance du 8 Juin 1909.

M. le Président annonce le décès de M. de **Saboïa**, correspondant étranger.

M. **Pozzi** décrit une série d'expériences nouvelles du Dr Alexis Carrel relatives à la suture des vaisseaux, à la transplantation des organes et à la greffe des membres. Cet habile expérimentateur a réalisé avec succès : le rapiècement de l'aorte abdominale avec un morceau de péritoine, la transplantation de veines fraîches, celle d'artères conservées plus ou moins longtemps en chambre froide, la transplantation de l'oreille, de la glande thyroïde, de la rate, d'un rein et des membres. Ces expériences ont été faites sur des animaux; il est possible qu'elles entrent un jour dans la pratique de la chirurgie humaine. — M. le Dr **Rénon** lit un travail sur l'emploi de la tuberculine dans la phtisiothérapie.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 29 Mai 1909.

MM. R. **Demoll** et J. **Strohl** critiquent les idées de Loeb relatives à l'influence de la température sur le développement des organismes et la durée de vie. — M. Cl. **Gautier** distingue l'adrénaline de la pyrocatéchine par leur coloration avec le permanganate, la première donnant une teinte rouge orangé, la seconde une teinte verte. L'iode et la chaleur détruisent le pouvoir mydriatique de l'adrénaline. — MM. M. **Doyon** et Cl. **Gautier** ont constaté que, sous l'influence d'une injection de bile dans une veine mésaraïque, on peut voir apparaître dans le sang une substance qui empêche *in vitro* la coagulation du sang normal. — M. G. **Repaci** a isolé et cultivé le bacille fusiforme de Vincent sur la simple gélose sucrée en employant la technique de Veillon; c'est un anaérobie strict, peu pathogène. — MM. A.-B. **Marfan**, **Baudouin** et E. **Feuillié** ont étudié les altérations de la moelle osseuse dans le rachitisme : au stade initial, c'est la moelle cellulaire qui prolifère; à la période d'état, c'est la moelle fibreuse; dans une phase de transition, les hématies ordinaires sans noyau sont abondantes. — MM. N. **Fiessinger** et P.-L. **Marie** ont isolé le ferment protéolytique des polynucléaires; il agit de préférence en milieu alcalin et devient inactif à 75°. — MM. A. **Netter** et R. **Debré** ont fréquemment constaté, au début de la méningite cérébro-spinale, la présence d'un liquide céphalo-rachidien clair, albumineux, riche en microbes, pauvre en cellules à forme mononucléaire. — M. P. **Fauvel** a constaté que, chez l'homme sain, le rapport de l'acide urique aux purines est constant pour une alimentation déterminée, mais très différent d'un régime à l'autre. — MM. A. **Clerc** et M. **Lœper** ont observé, après la ligature du canal pancréatique, une augmentation marquée du pouvoir amylolytique du sérum sanguin, suivie bientôt d'une diminution au-dessous du taux primitif. — M. Ch.-A. **François-Franck** signale les défectuosités de la sphygmomanométrie digitale comme méthode manométrique et son

intérêt comme méthode pléthysmographique à contre-pression variable. — MM. **J.-E. Abelous** et **E. Bardier** ont trouvé dans l'urine humaine normale une substance précipitable par l'alcool et le sulfate ammonique à saturation, donnant quelques réactions des protéoses et jouissant de propriétés myotiques et hypotensives par injection intra-veineuse. — MM. **G. Paisseau** et **L. Tixier** ont observé deux typhiques chez lesquels l'intradermo-réaction à la tuberculine se montra positive au début de la maladie et franchement négative pendant la convalescence. — Mlle **M. Bellion** a constaté que le foie, la glande de l'albumen et le muscle du pied de l'escargot contiennent un corps réducteur fermentescible, paraissant être du glucose. — MM. **Roubinovitch** et **C. Levaditi** ont reconnu que les altérations cérébrales qui caractérisent la démence précoce ne sauraient être attribuées à l'infection tréponémique.

Séance du 5 Juin 1909.

M. Ch. Richet a constaté que les parties les plus périphériques de l'aile de l'oiseau (par rapport à l'axe du corps) sont celles qui jouent le principal rôle dans le vol; on peut diminuer dans certaines proportions la surface alaire d'un côté sans empêcher l'oiseau de voler. — MM. **Ed. Retterer** et **Aug. Lelièvre** montrent que la forme, l'intensité et la durée de la contraction musculaire dépendent de la structure même du muscle. Les contractions sont énergiques et longues, ou brèves et rapides, suivant que les colonnettes contractiles prédominent ou demeurent grêles chez l'écrevisse. — MM. **Ed. Lesné** et **L. Dreyfus**, par l'étude des injections de blanc d'œuf chez le lapin, ont reconnu que l'anaphylaxie n'est une réaction spécifique que si on limite le nombre des inoculations; elle n'est pas spécifique si on les multiplie. — MM. **F. Legueu**, **L. Morel** et **H. Verliac** ont constaté que la narcose éthérée par voie rectale n'est pas plus dangereuse que la narcose par inhalation; elle offre des avantages indiscutables dans les interventions sur la face, la cavité buccale, le cou et le thorax, mais doit rester une méthode d'exception. — MM. **A. Laveran** et **A. Pettit** ont observé que, chez le rat et la souris, l'inoculation intrapéritonéale ou intrahépatique d'une émulsion de parenchyme ou de sang renfermant des *Leishmania* provoque la formation d'un exsudat péritonéal riche en lymphocytes contenant ces parasites. — M. **C. Gessard** recommande l'emploi du sérum quand il s'agit de reprendre une diastase engagée dans un précipité phosphaté calcaire. — MM. **N. Fiessinger** et **P.-L. Marie** ont constaté que les polynucléaires du liquide céphalo-rachidien, dans les méningites aiguës à méningocoques, possèdent un pouvoir protéolytique accusé. — MM. **Ch. Achard** et **A. Ribot** ont reconnu que les méninges normales sont légèrement perméables à l'iodure de potassium, qui peut être décelé dans le liquide céphalo-rachidien. — Mlle **M. Bellion** montre que les échanges respiratoires chez l'escargot sont beaucoup moins intenses pendant l'hibernation que pendant la période de pleine activité. — **M. H. Vincent** établit l'existence d'anti-corps précipitants dans le liquide céphalo-rachidien de méningite tuberculeuse. — M. **Cl. Regaud** attribue aux formations mitochondriales la fonction générale d'extraction et de fixation électives exercée par les cellules vivantes sur les substances dissoutes dans le milieu ambiant. — MM. **E. Fauré-Frémiet**, **A. Mayer** et **G. Schaeffer** ont recherché quelles sont les substances chimiques qui peuvent présenter les mêmes réactions de coloration que les mitochondries : ce sont les acides gras et leurs combinaisons d'adsorption avec certains protéides. — MM. **M. Doyon** et **Cl. Gautier** montrent que la bile peut déterminer l'incoagulabilité du sang, même après l'injection de plusieurs doses successives de peptone. — M. **A. Guilliermond** a reconnu que les anastomoses qui se produisent chez l'*Eremascus fertilis* constituent le vestige d'une reproduction sexuelle ancestrale analogue à celle de l'*Endomyces fibuliger*. — MM. **F. Widal** et **Joltrain** ont observé une biligénie hémolytique locale dans un cas d'hémorragie méningée. — M. **A. Le Play** a étudié les variations, dans un même cas d'infection gonococcique compliquée d'infection typhique, de l'indice opsonique en fonction de l'interversion des facteurs de l'opsonisation.

RÉUNION BIOLOGIQUE DE MARSEILLE

Séance du 18 Mai 1909.

M. E. Boinet décrit un cas d'ectromélie longitudinale externe de l'avant-bras et de la main gauches chez un ouvrier italien. — MM. **E. Boinet** et **Rouslacroix** signalent deux cas de maladie de Basedow, avec hyperthyroïdation, terminés par une asystolie mortelle. — M. **L. Raybaud** a observé que les changements brusques d'éclairement provoquent des mouvements également brusques du protoplasme à l'intérieur du mycélium jeune des Mucorinées. Ces mouvements sont des mouvements de recul vers la lumière et de progression vers l'obscurité. — M. **C. Gerber** décrit une méthode générale de préparation des présures végétales : les plantes sont réduites après dessiccation en poudres qui sont soumises à la lixiviation par une solution de NaCl; on précipite par le sulfate d'ammonium, puis on soumet le précipité à la dialyse. — Le même auteur a étudié la présure des Thyméléacées; elle est beaucoup moins résistante à la chaleur que les autres présures végétales. — MM. **D. Olmer** et **A. Tian** ont constaté que les méninges normales sont perméables au salicylate de lithium absorbé par voie digestive. — MM. **Simond**, **Aubert**, **Blanchard** et **Arlo** ont reconnu que la fièvre de Malte existe d'une façon incontestable à Marseille; elle y paraît même assez fréquente. — MM. **Alezais** et **Peyron** ont observé la présence d'éléments spécialisés de la série lymphoconjonctive dans les fibres musculaires striées envahies par les tumeurs épithéliales malignes.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE FRANCE

Séance du 23 Avril 1909.

M. L. Dubreuil demande l'ouverture d'un pli cacheté, relatif à *l'enlèvement de la neige dans les villes*. Dans une partie théorique, il montre que les sels, anhydres ou hydratés, peuvent former avec l'eau des mélanges eutectiques dont la composition et le point de fusion sont parfaitement définis sous la pression atmosphérique. Si l'on mélange de la glace et un sel, l'eutectique tendra à se former et à dissoudre l'excès de sel ou de glace : l'ensemble tendra donc à se liquéfier si la température est supérieure au point de fusion θ de l'eutectique; cette température est donc la plus basse que puisse fournir un mélange de glace et de sel. Soit d'autre part Σ le poids de sel mélangé à 1 gramme d'eau dans l'eutectique; il est bien évident que la fusion de 1 gramme de glace sera d'autant plus rapide que sa température sera plus éloignée de θ et que la quantité de sel ajoutée sera plus voisine de Σ : un excès de sel aurait la même influence retardatrice qu'un excès de glace. Les considérations précédentes expliquent l'emploi du sel marin pour la fusion rapide de la neige : pour ce sel, $\theta = -21°,3$ et $\Sigma = 0,33$. La proportion de sel qui assurera la fusion la plus rapide est donc 1/3 environ du poids de la neige à fondre. Mais le principal inconvénient réside dans ce fait que le point d'eutexie et le point de fusion de la glace ne diffèrent que de 21°, de sorte que la fusion est lente dès que la température de la neige atteint $-12°$ à $-15°$. Il serait donc désirable de remplacer NaCl par un autre corps : le chlorure de calcium cristallisé, $CaCl^2.6H^2O$, paraît être à peu près seul à remplir les conditions requises; pour ce sel, $\theta = -55°$, et $\Sigma = 0,425$. — M. **Douteteau** a fait quelques observations sur l'action de l'acide acétique sur le chlorure de μ-xylylène : il se forme du diacétate correspondant avec dégagement d'HCl. En 70 heures, la quantité décomposée atteint 98 %. —

M. L.-J. Simon, à propos de la loi des chaleurs spécifiques, de Dulong et Petit, insiste sur la variabilité de cette prétendue constante physique, qui, sauf de rares exceptions, est essentiellement dépendante de la température. La loi de Dulong et Petit, sous sa forme classique, est donc inexacte. L'auteur pense cependant qu'il peut y avoir un rapport encore non défini entre la chaleur spécifique et le poids atomique, à condition de tenir compte de la complexité moléculaire. M. G. Wyrouboff estime qu'il n'y a aucune relation entre la chaleur spécifique, propriété physique, et le poids atomique, propriété chimique, et que la première dépend uniquement de la particule cristalline.

Séance du 14 Mai 1909.

MM. A. Kling et Roy communiquent une méthode d'analyse des laits altérés. Cette méthode, basée sur la détermination de l'azote total et de la matière grasse des laits, leur a permis de déceler mouillage et écrémage dans des laits datant de plus d'une année et présentant une altération profonde. — M. E. Rengade communique les résultats de ses recherches sur les sous-oxydes de cæsium. Le diagramme de fusibilité du système Cs-Cs^2O démontre l'existence de quatre sous-oxydes : Cs^7O, Cs^4O, Cs^7O^2 et Cs^3O, le premier fondant à $+3°$, les suivants se transformant successivement les uns dans les autres et dans le protoxyde aux températures de $+10°$, $+50°$ et $+170°$. L'oxyde Cs^7O^2 s'isole facilement par centrifugation dans le vide, à la température ordinaire, des cristaux que dépose sa solution dans un excès de métal. — M. J. Bougault revient sur la transformation de l'acide benzoylacrylique $C^6H^5.CO.CH : CH.CO^2H$ en acide diphénacylacétique $(C^6H^5.CO.CH^2)^2 CH.CO^2H$ sous l'influence des alcalis dilués. Il avait admis antérieurement que ce dernier acide provenait de la fixation de l'acétophénone, formée dans une première réaction (par dédoublement de l'acide benzoylacrylique en acide glyoxylique et acétophénone), sur l'acide benzoylacrylique non décomposé. A la suite de nouvelles expériences, il a adopté une hypothèse de M. Béhal qui rapporte la formation d'acide diphénacylacétique à la condensation de l'acide glyoxylique et de l'acétophénone. M. Bougault a constaté, en effet, que cette condensation est aisément réalisable et il l'a appliquée à plusieurs acétones du type R-$CO.CH^3$ (R étant C^6H^5 substitué ou non.) — M. L. Bouveault, au nom de M. Levallois et au sien, expose les recherches qui les ont conduits à la synthèse de l'acide dihydrofencholénique racémique. Ils ont employé comme matière première l'acide dihydrocamphocénique, dont la synthèse a été faite récemment par MM. Bouveault et Blanc. En traitant cet acide par la méthode de MM. Haller et Bauer, ils ont réussi à y remplacer le dernier atome d'hydrogène fixé à l'atome de carbone en α par un groupe méthyle. L'acide obtenu, qui a été étudié à l'état d'amide, s'est montré formé de l'acide cherché mélangé à un stéréoisomère cis-trans dont il ne peut être directement séparé. Les séries qui en dérivent ont pu être séparées et identifiées aux produits naturels.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

Séance du 25 Février 1909.

M. H. A. Wilson : *La théorie statistique de la forme de la courbe d'oscillation pour la radiation émise par un corps noir.* L'hypothèse adoptée dans ce Mémoire est que la radiation d'un corps noir est une perturbation irrégulière soumise aux lois statistiques. L'auteur prouve que ces lois peuvent être déduites de la distribution d'énergie dans le spectre, et qu'elles permettent de décrire le caractère de cette perturbation. La perturbation à chaque instant est considérée comme étant la somme des déplacements dans le nombre infini de vibrations harmoniques simples de phases arbitraires qui sont obtenues lorsque la radiation est dispersée dans un spectre. Des expressions sont trouvées pour les chances que le déplacement et ses dérivées se produisent dans des limites données. Ces expressions permettent de calculer le nombre moyen de valeurs nulles par centimètre du déplacement et de ses dérivées. L'auteur a estimé la distribution des maxima et minima et a dessiné une courbe donnant approximativement les propriétés statistiques déduites. La longueur d'onde moyenne (λ') de la radiation est définie par $2/n_0$, où n_0 représente le nombre moyen de zéros par centimètre dans la courbe de déplacement. Si λ_m indique la longueur d'onde dans le spectre pour laquelle l'énergie est un maximum, l'auteur montre que $\lambda'/\lambda_m = 2{,}5$. Il indique aussi que le nombre de maxima et minima est environ le double du nombre de valeurs nulles et environ la moitié du nombre de points d'inflexion dans la courbe. — M. J. B. Henderson : *La trajectoire d'un projectile de fusil dans l'air.* Le problème est traité comme celui d'un corps rotatif en mouvement rencontrant certaines résistances dues à l'air, et il est démontré que tous les phénomènes connus sont expliqués par les mouvements précessionnels du coup, dus aux couples de vibration et de friction qui proviennent de l'obliquité de l'axe du projectile par rapport à la direction du mouvement. On peut ainsi construire la trajectoire complète dans tous ses détails, d'après les conditions initiales et les lois de la résistance, dès que celles-ci sont connues. En supposant connues les lois de la résistance, les détails des portions de trajectoires sont dessinés par les traces que la direction de l'axe du coup et la direction du mouvement laissent sur la sphère céleste. M. Mallock a aussi étudié le phénomène physique d'un projectile en mouvement, en partant du même point de vue, dans un Mémoire sur les portées et la conduite des projectiles de fusil dans l'air, et les deux interprétations du phénomène s'accordent dans leur partie commune. Le but de M. Mallock, cependant, est d'obtenir une expression pour l'impulsion du projectile, ce qu'il fait en supposant que l'axe suit la tangente de la trajectoire. Le présent Mémoire contient les détails du mouvement, les déviations de l'axe par rapport à la tangente et la méthode par laquelle l'axe suit approximativement, en moyenne, la tangente à la trajectoire. Il est démontré que des détails découle l'explication des impulsions horizontales et verticales. — MM. L. B. Prout et A. Bacot : *Le croisement des deux races de teigne Acidalia virgularia.* Les auteurs ont entrepris des expériences de croisement systématique très étendues sur deux races locales bien tranchées de la teigne *Acidalia virgularia* : la forme sombre de Londres et la forme blanche du sud de la France (Hyères). Entre les années 1906 et 1908, dix générations ont été croisées et analysées, le nombre de spécimens ayant été de 5 à 6.000. Les résultats sont absolument négatifs en ce qui concerne la ségrégation mendélienne. Il semble qu'il soit nécessaire, pour obtenir la ségrégation des formes parentales dans une race hybride, de croiser des aberrations habitant la même aire géographique.

Séance du 4 Mars 1909.

M. A. D. Waller a étudié *l'effet de la chaleur sur l'état électrique des tissus vivants.* Le tissu — muscle, nerf ou peau — est relié au galvanomètre par deux électrodes; la chaleur est appliquée par la brève incandescence d'un fil de platine sous l'une des deux électrodes. Dans le muscle et le nerf, où l'effet électrique d'une excitation locale est négatif, l'effet d'une chaleur modérée est positif; dans la peau, où l'effet électrique de l'excitation locale est positif, l'effet de la chaleur modérée est négatif. Une chaleur excessive, produisant une lésion, donne un effet négatif dans le muscle et le nerf et un effet positif dans la peau. Ainsi, dans les trois cas, — muscle, nerf et peau, — l'effet électrique de la chaleur modérée est de signe opposé à celui de l'excitation. — M. F. W. Twort a étudié *l'action des bacilles acido-résistants sur 43 glucosides*, mais il n'a obtenu aucune fermentation. Un glucoside, l'éricoline, possède la propriété de tuer la plupart des microorga-

nismes, en particulier ceux du groupe du colibacille et les divers cocci, tandis qu'il est presque sans effet sur les bacilles acido-résistants. Cette propriété permet l'isolement direct et facile du bacille tuberculeux des crachats humains contaminés avec d'autres organismes. Le crachat est placé dans une solution à 2 °/₀ de glucoside, maintenue à 38° pendant une heure; ensuite on fait des ensemencements sur le milieu de Dorset et l'on obtient généralement des cultures pures de bacille tuberculeux au bout de 14 à 28 jours — M. L. S. **Dudgeon** : *La présence d'hémo-agglutinines, d'hémo-opsonines et d'hémolysines dans le sang des malades atteints de maladies infectieuses ou non.* II. Sur 14 cas de fièvre typhoïde, le sang présentait de l'hémolyse dans 9 cas; lorsque l'hémolyse se produisait après avoir ajouté du sérum immunisant aux cellules rouges normales, les cas se terminaient fatalement. L'auto-hémolyse s'est produite deux fois. L'iso-hémolyse a été trouvée quelques fois en ajoutant du sérum normal à des globules rouges immunisés, moins fréquemment avec le sérum immunisé ajouté aux érythrocytes normaux. L'auto-agglutination est un phénomène extrêmement rare. L'iso-agglutination se présente dans le sang normal, mais non l'auto-agglutination. Les agglutinines hémolytiques sont toujours présentes avec les hémolysines. L'agglutination résultant de l'action d'un sérum sur certaines cellules rouges peut être complètement empêchée en saturant préalablement le sérum avec les cellules rouges chauffées à 60° pendant une heure. L'hémo phagocytose est souvent bien marquée; le phénomène résulte généralement de l'action des cellules rouges immunisées, du sérum normal et des leucocytes normaux.

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE DE LONDRES

Séance du 14 Mai 1909.

M. W. **Duddell** présente un *nouveau type de galvanomètre à vibration bifilaire.* Il appartient à la classe des appareils où le courant à mesurer passe autour d'une bobine mobile placée dans un champ magnétique fixe selon le principe du « syphon recorder ». Dans l'instrument décrit, la masse des parties mobiles est réduite à un minimum, la bobine mobile étant réduite aux deux fils formant ses deux côtés, comme dans l'oscillographe bifilaire, mais avec cette différence que l'amortissement est aussi faible que possible. Une série d'essais faits sur ces appareils montre que l'intervalle total de fréquence est très grand; il s'étend de 90 à 1900 vibrations par seconde. La sensibilité au courant alternatif décroît à peu près en raison inverse de la fréquence pour laquelle l'instrument est ajusté, tandis que, pour le courant direct, la sensibilité décroît à peu près en raison inverse du carré de cette fréquence. — MM. W. P. **Fuller** et H. **Grace** ont étudié l'*influence de la température sur la perte par hystérèse dans le fer dans un champ rotatif.* Le champ rotatif est produit par des courants diphasés, les deux phases étant reliées à deux bobines à angle droit. Un disque de fer est supporté par une suspension bifilaire et l'on mesure le couple de torsion par un miroir et une échelle. L'échantillon était chauffé par des fils de nickel placés au dessus et au-dessous de lui et la température mesurée par une thermo-jonction placée contre le disque. Le flux dans le fer était déterminé par le voltage induit dans une bobine de huit tours de fil enroulés autour de lui. Les résultats des expériences montrent que l'effet de l'augmentation de température du fer est de réduire la perte d'hystérèse pour une induction donnée et que la perte maximum a lieu pour une valeur plus basse de l'induction. — MM. A. **Campbell** et T. **Smith** décrivent une *méthode simple et rapide pour déterminer les vitesses des obturateurs photographiques*, avec une erreur moindre que 0,0001 seconde. Un faisceau vibratoire de lumière tombe à travers une fente étroite sur une plaque mobile et sert à mesurer le temps. Ce faisceau est obtenu en réfléchissant la lumière d'une lampe Nernst par le miroir d'un galvanomètre à vibration actionné par un courant de fréquence connue. Quand on désire seulement la durée totale d'exposition, le faisceau vibratoire passe à travers l'obturateur en traçant une courbe sinusoïdale sur la plaque mobile; la durée d'exposition se déduit immédiatement du nombre d'ondulations enregistrées de la plaque. Pour mesurer le rendement en même temps que la durée de l'exposition, on emploie la méthode d'Abney.

SOCIÉTÉ ANGLAISE DE CHIMIE INDUSTRIELLE

SECTION DE BIRMINGHAM

Séance du 11 Mars 1909.

MM. A. H. **Hiorns** et S. **Lamb** ont étudié l'*influence de petites quantités d'arsenic et d'antimoine sur le cuivre.* La présence d'As augmente la dureté du cuivre; les essais de laminage ont montré que jusqu'à 0,2 °/₀ d'As, les lingots présentent des craquelures sur les bords, probablement à cause de la présence d'oxyde inclus; entre 0,2 et 0,5 °/₀, le métal se lamine parfaitement; entre 0,5 et 2 °/₀ d'As apparaissent de nouveau des craquelures; entre 2 et 3,5 °/₀, le laminage redevient parfait. La présence d'As augmente fortement la résistance électrique et diminue la conductivité. L'antimoine a un effet analogue à celui de l'arsenic.

SECTION DE LIVERPOOL

Séance du 10 Mars 1909.

M. J. E. **Southcombe** a analysé le beurre retiré des noix du *Bassia Parkii* et connu sous le nom de *shea butter.* Il fond à 29° et a une densité de 0,861; indice d'acide, 26,17; indice de saponification, 178,7; indice d'iode, 57,6. Les acides du beurre sont les acides oléique (60 °/₀), stéarique (30-35 °/₀), laurique (3-4 °/₀) et linolique (traces). — Le même auteur a analysé l'huile des graines de *Symphonia globulifera*, très communes dans l'Amérique du Sud. F. 35°; $d = 0,8849$; indice d'acide, 10,1; indice de saponification, 194,6; indice d'iode, 64,2; F. des acides gras, 48-50°.

SECTION DE LONDRES

Séance du 1er Mars 1909.

M. J. W. **Lovibond** a étudié les *conditions que doit réaliser un étalon de coloration.* Il préconise l'emploi comme source lumineuse de la lumière solaire diffuse, réduite à une intensité de 18 à 28 unités, qui donne des lectures constantes pour chaque couleur. L'angle d'incidence sous lequel on doit observer ne doit pas s'éloigner de plus de 40° de la perpendiculaire; le temps d'observation le meilleur est de 3″ pour les couleurs sombres et de 5″ pour les couleurs claires.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE BERLIN

Séance du 22 Avril 1909.

M. H. **Landolt** donne lecture d'un Mémoire sur les petites diminutions du poids total observées lors des réactions chimiques et les interprétations qui ont été données de ce phénomène. Il discute plus en détail les observations de M. Zenghelis, suivant lesquelles les vapeurs des substances s'échapperaient à travers la paroi de verre des vases. — M. Liebisch adresse un Mémoire de M. H.-E. **Boeke**, privat-docent à l'Université de Koenigsberg, au sujet de la production artificielle de la rinnéite ($FeCl^2.3KCl.NaCl$), basée sur le diagramme de la solubilité. Après avoir déterminé les solutions susceptibles d'être à 38° en équilibre avec ce minéral, il examine le processus de cristallisation accompagnant la vaporisation d'une solution de ce dernier.

Séance du 29 Avril 1909.

M. A. Auwers, en se référant à une communication antérieure (du 5 mars 1908), rend compte de l'état actuel de sa rédaction des anciennes observations de Bradley. Le catalogue à fiches des ascensions droites déterminées au quadrant se trouve désormais terminé. L'erreur moyenne d'une détermination individuelle dans cette série, obtenue en comparant les valeurs individuelles relatives aux premières six heures et demie avec leurs moyennes, se trouve être de — 28 secondes entre les déclinaisons + 35° et — 25°. — Le même auteur adresse une publication de la Commission historique du Ciel des Etoiles fixes : « Listes des erreurs des catalogues d'étoiles des XVIIIe et XIXe siècles », par M. F. Ristenpart (Kiel, 1909).

ALFRED GRADENWITZ.

SOCIÉTÉ ALLEMANDE DE PHYSIQUE

Séance du 30 Avril 1909.

M. C.-J. Elias rend compte de ses recherches relatives à *la dispersion anomale de la polarisation rotatoire magnétique*. Il détermine d'abord, par voie photométrique, l'absorption de solutions de terres rares, à des concentrations différentes. Il établit que l'absorption est liée à la concentration par une loi qui se manifeste par des variations de grandeur relatives des maxima d'absorption. La méthode spectrométrique lui permet ensuite de constater des variations considérables des spectres d'absorption, variations qui accompagnent celles de la concentration et de la teneur en acide. Les résultats donnés par ces deux méthodes ne concordent pas parfaitement; aussi les études photométriques des spectres d'absorption sont-elles préférables au procédé spectrométrique. Dans bien des cas, la connaissance exacte des courbes d'absorption est indispensable pour donner la véritable position des maxima d'absorption. Des expériences ultérieures serviront à décider si les divergences constatées entre les deux procédés de mesure sont dues à des facteurs physiologiques ou à la dispersion anomale. Les déterminations ultérieures de la polarisation rotatoire, faites par la méthode des demi-ombres, ont permis de constater, à proximité des bandes d'absorption, des anomalies particulièrement frappantes dans le cas des terres rares. La position des maxima et des minima de rotation se trouve être indépendante, pour une solution donnée, de la concentration et de la teneur en acide. Les grandeurs relatives de ces maxima et minima sont, au contraire, fortement variables avec la concentration et la teneur en acide, ce qui peut entraîner des déplacements secondaires. En augmentant la concentration, on produit en général le même effet qu'en accroissant la teneur en acide. D'autre part, l'épaisseur de la couche traversée par les rayons exerce très probablement une influence sur la rotation (relativement plus grande, numériquement, pour les petites épaisseurs). L'auteur constate aussi des divergences de proportionnalité pour des intensités de champ variables, ainsi qu'un accroissement considérable de la rotation elle-même et des anomalies de rotation, à mesure que décroît la température. Les courbes de rotation indiquées par M. Drude semblent assez bien représenter l'ensemble des phénomènes observés. — M. S. Téréchine adresse un Mémoire sur la liaison qui existe entre la densité et le degré de dissociation des solutions aqueuses de sels. L'auteur présente une interprétation simple d'une intéressante relation récemment signalée par M. A. Heydweiller entre ces deux facteurs, relation qui permet de calculer par une formule simple l'accroissement de densité de la solution par rapport à l'eau de même température. — M. H. Jordan présente un Mémoire sur *l'emploi du magnétomètre astatique de Haupt pour l'examen des matières* et plus particulièrement des barres cylindriques et des ellipses de tôle. L'auteur y rend compte des recherches récemment faites sur de petits échantillons au Bureau des Essais télégraphiques des Postes allemandes, au sujet des propriétés magnétiques des parties en fer que comportent les appareils télégraphiques et téléphoniques. — M. J. Traube adresse un mémoire sur *l'équation d'état de Van der Waals, dans le cas de l'état solide*. Bien que cette formule d'approximation n'ait pas réussi à représenter le passage entre les états gazeux et liquide, elle n'en possède pas moins une haute importance dans les limites d'une phase unique, par exemple, pour comparer, dans un intervalle étroit de températures, la façon de se comporter de différents liquides homogènes. Dans ce cas, les grandeurs a et b peuvent, sans erreur considérable, être considérées comme constantes. Dans le présent travail, l'auteur continue ses tentatives d'appliquer l'équation à l'état solide. Il fait voir que les compressibilités déterminées par M. Th.-W. Richards et ses élèves sont parallèles aux pressions internes (soit aux co-volumes) et que, dans le cas des métaux, le produit de la pression interne par la racine carrée de la compression atomique est, d'accord avec les exigences de l'équation, au moins en approximation grossière, une constante qui équivaut, en moyenne, à 4,04. D'autre part, l'auteur a démontré la possibilité de baser sur cette équation le calcul d'une grandeur qu'il interprète comme mesure approximative de la tension superficielle. Or, cette grandeur est parallèle, avec une régularité surprenante, aux différences de potentiel électrique des métaux, c'est-à-dire à la série voltaïque. Grâce à cette liaison immédiate entre les cohésions, calculées sur la base de l'équation d'état et de certains facteurs électriques fondamentaux, cette équation prend ainsi une importance imprévue pour l'électrochimie et l'électricité en général. — M. A. Koepsel adresse quelques remarques ultérieures au sujet de son étude sur une *nouvelle méthode d'analyse continue électrique des mélanges gazeux*, méthode appliquée aux déterminations des vitesses d'écoulement des gaz. En répétant ses expériences, il vient d'avoir l'occasion de modifier certaines de ses conclusions antérieures. Il signale comme extrêmement probable que les mélanges d'air et de méthane ne sont pas du tout si dangereux qu'on le suppose en général. Le contact avec un fil de platine incandescent ne produit, en effet, jamais la détonation de ce mélange, à l'inverse de ce qui a lieu dans les mélanges de l'air avec l'hydrogène ou le gaz d'éclairage, déjà au-dessous de la température du rouge sombre. Aussi les détonations du grisou seraient-elles dues à des facteurs secondaires, tels que la présence de la poussière de charbon.

ALFRED GRADENWITZ.

ACADÉMIE DES SCIENCES D'AMSTERDAM

Séance du 27 Mars 1909.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. W. Kapteyn : *Sur une classe d'équations différentielles du premier ordre et du premier degré*. Dans sa dernière communication (*Rev. génér. des Sciences*), M. J. de Vries a indiqué un critérium géométrique permettant de décider si une équation différentielle du type indiqué peut être réduite par une transformation projective, soit à une équation linéaire, soit à une équation de la forme :

$$\{R(x)y + S(x)\}y' = N(x)y^2 + P(x)y + Q(x).$$

Ici M. Kapteyn démontre qu'une transformation projective ne mène au but que pour les équations de la forme :

$$\{H_1 + L_2 + \lambda_1 N_2 + c\}y' = K_1 + M_2 + \lambda_1 N_2 + c.$$

Corollaires. — M. J. de Vries présente au nom de M. Z. P. Bouman : *Sur une famille d'équations différentielles du premier ordre*. En suivant les idées développées par M. J. de Vries, l'auteur parvient au résultat que

les équations différentielles en question se présentent sous la forme :

$$\{xH_3^{n-1}(y,x)+H_2^{n-1}(y,x)\}\,y'=yH_3^{n-1}(y,x)+H_1^{n-1}(y,x);$$

ensuite il fait connaître la substitution correspondante. — M. D. J. Korteweg présente au nom de M. L. E. J. Brouwer : *Sur des distributions de vecteurs sur une surface.* Démonstration des théorèmes : 1. Une direction de vecteur variant d'une manière continue d'un point à l'autre sur une surface bilatérale fermée à connexion simple doit être indéterminée en un point au moins. 2. Une distribution continue et partout univalente de vecteurs sur la surface indiquée doit admettre en un point au moins un vecteur zéro ou infini. 3. Une fonction univalente et continue d'une variable complexe sans points zéro ou infini n'existe pas. 4. Une direction de vecteur variant d'une manière continue d'un point à l'autre d'une surface unilatérale fermée à connexion simple doit être indéterminée en un point au moins. 5. Une distribution continue et partout univalente de vecteurs sur la surface unilatérale indiquée doit admettre en un point au moins un vecteur zéro ou infini. — M. J. P. van der Stok présente au nom de M. C. Easton : *Sur la période solaire de 35 années, de M. Lockyer.* Dans sa communication à la séance précédente, M. E. Dubois parvint à la conclusion que l'eau du sol, dans les dunes de la Hollande, montre une variation périodique de hauteur dont la période correspondrait remarquablement à celle qu'on retrouve, d'après M. E. Brückner, en un grand nombre de phénomènes météorologiques, la période de 35 années que M. Lockyer croyait apercevoir en 1901 dans les fluctuations de l'activité solaire et du magnétisme terrestre. M. Easton répète ici que cette période de M. Lockyer n'est pas fondée sur des bases assez solides (*Rev. génér. des Sciences*, t. XVI, p. 44) et y ajoute des considérations montrant que l'opinion de l'astronome anglais est réfutée par les nouveaux faits récents.

2° Sciences physiques. — M. J. D. van der Waals : *Contribution à la théorie des mélanges binaires.* XIV. *Condensation rétrograde double.* Le phénomène de la condensation rétrograde se présente chez les mélanges binaires quelle que soit la proportion des deux substances constituantes entre des limites de températures très rapprochées l'une de l'autre. En comprimant la vapeur saturée du mélange, on voit se précipiter une petite quantité de fluide, qui disparaît si l'on augmente davantage la pression. Si les deux substances ne sont pas miscibles en toutes proportions, de manière qu'à côté de la vapeur il puisse se présenter deux fluides, différents quant à la proportion des substances constituantes, la théorie exige la possibilité d'une réitération de la condensation rétrograde, d'abord pour l'un des deux fluides et ensuite pour l'autre. Toutefois, il sera bien difficile de réaliser ce phénomène par l'expérience. Des expériences provisoires, faites avec un mélange d'acide carbonique et d'uréthane, ont prouvé que le pourcentage de l'uréthane doit être moindre que 1 %. — M. H. A. Lorentz présente au nom de M. J. H. Meerburg : *Sur le mouvement d'un fil métallique à travers la glace.* II. (Pour la première partie voir *Rev. génér. des Sciences*, t. XVIII, p. 176.) L'auteur revient à la question traitée il y a deux ans, parce qu'une étude de M. G. Quincke (*Annalen der Physik*, t. XVIII, p. 1), dont il ignorait l'existence au moment de la publication de ses considérations précédentes, attribue un rôle important à des inclusions de sel dans la glace, le trouble de l'espace où le fil métallique a traversé la glace étant causé par des quantités de solution saline admettant un pouvoir réfractif différent de celui de la glace environnante. L'auteur a répété les expériences de M. Quincke; ses résultats diffèrent de ceux de M. Quincke sur divers points, quoiqu'ils ne contredisent pas toute la théorie développée par ce savant. — M. H. Kamerlingh Onnes : *Méthodes et appareils en usage dans le Laboratoire cryogène de Leyde.* XV. *Appareil pour la purification de l'hydrogène gazeux à l'aide de l'hydrogène liquide.* — Ensuite M. Onnes présente au nom de M. J. P. Dalton : *Expériences sur l'effet Joule-Kelvin, particulièrement à des températures basses.* Les calculs de l'auteur font partie d'une recherche entreprise comme étude préparatoire à la construction d'un appareil pour la détermination de l'effet Joule-Kelvin sur l'hélium à la température de l'hydrogène liquide. Pour essayer l'appareil, on avait à expérimenter d'abord avec de l'air à la température ordinaire et avec de l'hydrogène à la température de l'oxygène liquide; mais la construction de l'appareil devait aussi permettre de l'employer dans l'hydrogène liquide. Des expériences provisoires montrèrent que l'appareil, dans sa forme originale, n'accusait pas un effet de Joule-Kelvin propre, et conduisirent ainsi à une étude spéciale de la thermodynamique de la dilatation par un robinet et du mode d'installation d'un appareil à robinet procurant des dilatations où l'enthalpie (terme néologique introduit par M. Kamerlingh Onnes pour la fonction $(\varepsilon+pv)$, la « Heat-function » de Gibbs) possède la même valeur au commencement et à la fin. L'auteur publie ses résultats, parce qu'ils ne perdent pas leur importance par la circonstance que le but original est devenu illusoire à cause de la liquéfaction de l'hélium. Dans cette première partie, il s'occupe de l'histoire du problème, de la détermination du point d'inversion de l'hydrogène par Olszewski, du rapport entre la pression initiale et la température d'inversion de l'air et de l'azote par Olszewski, de la critique de ces résultats par Hamilton Dickson, basée sur des calculs effectués avec l'équation d'état de Van der Waals, de la nécessité de remplacer dans ces calculs l'équation de Van der Waals par les équations empiriques :

$$pv = A + \frac{B}{v} + \frac{C}{v^2} + \frac{D}{v^3} + \frac{E}{v^4} + \frac{F}{v^5}$$

spécialisées pour le gaz employé, etc. — M. W. van Bemmelen présente : « Magnetic survey of the Dutch Indies made in the years 1903-1907 » (Relevé magnétique des Indes Néerlandaises fait dans les années 1903-1907).

3° Sciences naturelles. — Rapport de MM. Th. Mac Gillavry et C. Eykman sur la question de la désinfection des papiers d'affaires faisant partie des archives des bureaux de poste et de télégraphe. — M. K. F. Wenckebach présente au nom de M. P. H. Eykman : *Nouvelles applications de la stéréoscopie.* Avantages d'un stéréoscope à trois lentilles placées dans les sommets d'un triangle équilatéral dans la Röntgen thérapie. — M. Th. Place présente au nom de M. F. J. J. Buitendyk : *Sur la quantité d'oxygène consommée par les animaux à sang froid en rapport avec leur grandeur.* Proportionnellement, les petits animaux ont besoin de plus grandes quantités d'oxygène. — M. L. Bolk présente au nom de M. A. B. Droogleever Fortuyn : *Sur quelques noyaux de nerfs moteurs du Lophius piscatorius.* — M. C. H. H. Spronck présente au nom de M. J.-G. Sleeswyk : *Contribution à l'étude de l'anaphylaxie sérique.* Troisième partie. — M. W. J. Burck présente pour les Mémoires de l'Académie, au nom de M. J. Valckenier Suringar : « Nouvelles contributions à l'étude des espèces du genre *Melocactus* des Indes néerlandaises occidentales. » Sont nommés rapporteurs MM. Burck et Went.

P. H. Schoute.

Le Directeur-Gérant : Louis Olivier.

Paris. — L. Maretheux, imprimeur, 1, rue Cassette.

20e ANNÉE N° 13 15 JUILLET 1909

Revue générale des Sciences pures et appliquées

DIRECTEUR : **LOUIS OLIVIER**, Docteur ès sciences.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. L. OLIVIER, 18, rue Chauveau-Lagarde, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et dans tous les pays étrangers y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

L'ABSTENTION DES MÉDECINS ROUMAINS AU CONGRÈS INTERNATIONAL DE MÉDECINE DE BUDA-PESTH

Le Comité formé pour la participation des médecins roumains au Congrès international de Médecine qui doit se tenir à Buda-Pesth, au mois d'Août prochain, a adopté, à l'unanimité de ses membres, une résolution dont le retentissement sera considérable. Il a décidé qu'aucun médecin roumain ne devait prendre part à ce Congrès.

Il faut que le Comité ait eu des raisons bien graves pour prendre à l'unanimité une semblable décision. Ces motifs doivent être cherchés dans la politique d'oppression du Gouvernement austro-hongrois, politique qui ne saurait être trop énergiquement flétrie de tous ceux pour qui les idées de justice et de liberté ne sont pas un vain mot.

Nous ne parlons pas seulement de la série ininterrompue de persécutions dont les divers peuples composant la Hongrie sont victimes de la part des Magyars, ni des procédés d'extermination systématique de l'élément roumain en Transylvanie.

Un fait scandaleux s'est produit ces jours-ci : la condamnation et l'incarcération de la femme d'un député roumain, Mme Aurèle Vlad, dont le crime, irrémissible aux yeux des *juges* hongrois, est d'avoir conseillé aux enfants des écoles de ne pas négliger l'étude de leur langue maternelle. Mme Vlad a été condamnée pour ce fait à plusieurs mois de prison.

On pouvait croire, d'après les récits de la persécution germanique en Pologne et en Alsace-Lorraine, que l'Allemagne avait seule le privilège de ces atrocités. Il n'en est rien : l'Autriche-Hongrie, le « brillant second » que célèbre le Kaiser, est jalouse des lauriers allemands. On comprendra que les médecins roumains ne pouvaient être les hôtes des autorités hongroises et assister aux fêtes et aux réceptions officielles de Buda-Pesth.

« Si la Science », disait Pasteur, « n'a pas de patrie, le savant doit en avoir une. » Si les peuples civilisés ont protesté contre les crimes du Sultan rouge en Arménie et les agissements du germanisme en Pologne, c'est aujourd'hui leur devoir d'approuver les sentiments qui animent la Roumanie tout entière et la font se dresser, dans un unanime élan de révolte, contre l'oppression hongroise.

Nous croyons savoir que la protestation des médecins et des biologistes roumains soulève, en ce moment, un juste émoi dans les chancelleries et que le Congrès annoncé se ressentira non seulement de leur abstention, mais aussi de celle d'un bon nombre de leurs confrères étrangers.

Louis Olivier.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Nécrologie

Le Professeur Th.-W. Engelmann. — Théodore-Wilhelm Engelmann, professeur de Physiologie à l'Université de Berlin, est mort le 20 mai dernier. Né le 14 novembre 1843 à Leipzig, il fit ses études universitaires à Iéna, Leipzig, Heidelberg, Göttingen, devint en 1867 assistant de Donders à l'Université d'Utrecht, en 1871 professeur de Biologie et d'Histologie, et en 1889 professeur de Physiologie à cette même université, comme successeur de Donders. En 1897, à la mort d'Emile du Bois-Reymond, il fut appelé par l'Université de Berlin à diriger l'Institut physiologique.

Pendant la longue période de son activité scientifique, Engelmann publia depuis 1867 de nombreux travaux se rapportant en général à des questions de physiologie cellulaire : les fonctions des organes étant, à ses yeux, la résultante des fonctions des cellules qui les constituent, il s'appliqua à analyser ces dernières pour mieux connaître les premières. Ses études de Physiologie cellulaire, d'ailleurs, ne portent pas seulement sur les cellules des tissus des animaux supérieurs, mais aussi sur les cellules végétales, sur les Protozoaires, sur les Infusoires, qu'il étudiait non pour eux-mêmes, mais pour les indications qu'ils devaient fournir à la physiologie des Vertébrés.

Ses principaux travaux se rapportent à la physiologie des cellules vibratiles, à la structure, à l'excitabilité, aux phénomènes électriques du tissu musculaire et en général des éléments contractiles, aux caractères et à la nature de la contraction cardiaque (il représente le promoteur et le principal défenseur de la théorie myogène de la contraction cardiaque), aux échanges gazeux protoplasmiques et à l'absorption des diverses radiations lumineuses par les cellules vivantes. Il convient de noter encore de nombreuses publications d'Histologie physiologique et la construction de divers appareils qu'avait rendue nécessaires l'étude des diverses questions qu'il avait abordées. Engelmann écrivit pour le *Handbuch* de Stricker l'article des « Organes du Goût » et pour le *Handbuch der Physiologie* de Herrmann la monographie « Anatomie et Physiologie des cellules vibratiles ».

Engelmann n'était assurément pas très connu en dehors des physiologistes de profession, car ses études portaient sur des questions de science pure, ne comportant pas d'applications, au moins pas d'applications immédiates à la Médecine. La plupart des physiologistes d'aujourd'hui s'appliquent à résoudre des questions juxta-médicales, et nous croyons qu'ils ont raison; mais il convient de réserver pourtant une large part de notre admiration à ceux qui, dédaigneux de la renommée bruyante, se consacrent modestement à des études plus désintéressées, et Engelmann fut évidemment l'un des plus remarquables représentants de cette Ecole.

Maurice Arthus,
Professeur de Physiologie à l'Université de Lausanne.

§ 2. — Physique

Les propriétés électriques et optiques du sélénium métallique. — Lors de ses expériences antérieures, M. A.-H. Pfund avait observé que la résistance du sélénium métallique est peu influencée par les rayons des régions bleue et infra-rouge, tandis que la lumière de longueur d'onde $\lambda = 700\,\mu\mu$ produit de fortes modifications de sa résistance, la courbe de sensibilité photo-électrique présentant, à cet endroit, un maximum très prononcé.

Dans un travail ultérieur[1], il discute l'existence possible d'une relation entre les phénomènes électriques et optiques du sélénium. Bien que les courbes de réflexion et d'absorption optiques ne présentent pas de maximum coïncidant avec le maximum de sensibilité photo-électrique de la résistance, les considérations suivantes feront comprendre la possibilité d'expliquer ce maximum en tenant compte de la conductivité électrique des couches minces.

Tous les auteurs sont d'accord actuellement pour attribuer à la conduction du sélénium un caractère non pas électrolytique, mais électronique. Aussi doit-on considérer comme probable que les variations photo-électriques de résistance sont dues, non aux séléniures présents comme impuretés, mais au sélénium lui-même.

Or, l'auteur admet que la lumière absorbée par le sélénium excite dans ses atomes une résonance, laquelle, à son tour, provoque l'expulsion d'électrons, en augmentant le nombre d'électrons disponibles pour le transport du courant et, par conséquent, la conductibilité. Si la résonance et l'absorption étaient des phénomènes parallèles, on pourrait s'attendre à voir la conductibilité augmenter constamment pour des longueurs d'onde de plus en plus courtes, d'accord avec l'allure de l'absorption. Or, l'expérience le prouve, cette conclusion est loin de se vérifier.

Pour expliquer ce désaccord apparent, l'auteur s'inspire des récentes recherches de Longden, de Vincent et de Patterson, sur les couches métalliques critiques (caractérisées par une résistance spécifique constante), pour faire remarquer que la plus grande partie de l'énergie incidente est absorbée par une couche dont l'épaisseur est juste de l'ordre de grandeur des couches critiques. Comme, d'autre part, la conductivité d'une pile exposée à un éclairage est facilement portée à une valeur décuple ou même supérieure et que l'épaisseur de la couche superficielle conductrice est infiniment petite en comparaison de l'épaisseur totale de la couche de sélénium, il est évident que la conductibilité de la couche superficielle doit être relativement grande. Cet état de choses est, on le voit, comparable au cas d'une couche d'argent mince précipitée sur verre. En commençant à l'infra-rouge, où la profondeur de pénétration du rayonnement est supérieure à l'épaisseur de la couche critique, l'on constate un accroissement rapide de la conductivité, à mesure qu'augmente l'absorption. Au passage de $\lambda = 700\,\mu\mu$, la profondeur de pénétration et, par conséquent, l'épaisseur de la couche conductrice deviennent égales et, plus loin, inférieures à l'épaisseur de la couche critique. Or, c'est précisément dans cette région que se fait sentir l'énorme diminution de la conductibilité pour les couches décroissantes, diminution qui non seulement compense les effets de l'absorption, mais occasionne vraiment une chute de conductivité bien marquée.

Ces hypothèses sont confirmées par une expérience, démontrant que la position des maxima de sensibilité, à mesure qu'on augmente l'intensité lumineuse, se déplace du côté des courtes longueurs d'onde.

§ 3. — Electricité industrielle

L'influence de la lumière du jour sur la portée des stations radio-télégraphiques. — On sait que Marconi, lors de ses premières expériences de radio-télégraphie à grande distance (1902), constatait, la nuit, une portée presque trois fois plus grande de ses stations transmettrices que le jour. Il crut

[1] *Phys. Zeitschr.*, n° 10, 1909.

devoir attribuer cette différence à la dispersion, sous l'influence de la lumière du soleil, de la charge négative de l'antenne, c'est-à-dire à un effet photoélectrique localisé au transmetteur, tandis que l'antenne réceptrice restait entièrement hors de cause.

Suivant une autre explication, indiquée par J.-E. Taylor, le milieu intermédiaire entre les stations transmettrice et réceptrice déterminerait seul ces variations de portée.

Enfin, des expériences de M. J.-J. Thomson font voir l'absorption considérable qu'éprouvent les ondes électriques parcourant une enceinte remplie d'électrons libres. Or, comme le Soleil émet continuellement des électrons, ionisant l'air intermédiaire entre les deux stations, des différences d'absorption entre le jour et la nuit, correspondant à des variations du degré d'ionisation, pourraient expliquer les différences de portée. Mais des recherches de M. Zenneck ont établi, cependant, le peu d'intensité de l'ionisation et, par là, de l'absorption à la surface de la Terre.

Dans un récent Mémoire[1], M. Mosler reprend cet intéressant problème, qu'il tâche de résoudre par des expériences spéciales, lui permettant de constater qu'il ne saurait être question d'une influence due à la station transmettrice; qu'il existe, au contraire, une absorption dans le milieu intermédiaire, absorption qui va en croissant à mesure qu'augmente la distance.

Il ne reste donc qu'à supposer que la propagation du rayonnement d'énergie, dans le cas des grandes distances, se fait à travers les couches atmosphériques de hauteur considérable, ce que confirment, du reste, les récentes recherches théoriques de M. G. Zenneck. Cet auteur se croit autorisé à admettre que le rayonnement énergétique se fait, non pas parallèlement à la surface de la Terre, mais, à proximité du transmetteur, vers le haut, dans une direction pointant vers la station réceptrice. Dans le cas d'une grande distance entre ces deux stations, le rayonnement énergétique pourrait parfaitement atteindre des hauteurs suffisantes pour rencontrer des intensités d'ionisation susceptibles d'expliquer les absorptions si considérables qu'on constate le jour.

Il résulte de ce que nous venons de dire que l'hypothèse de Marconi, suivant laquelle les différences de portée seraient dues à un effet photo-électrique s'exerçant sur l'appareil transmetteur, doit être remplacée par l'hypothèse de l'ionisation.

§ 4. — Chimie

Une théorie de la teinture. — Plusieurs hypothèses ont été faites sur la cause des phénomènes de teinture; très générales au début, elles portaient le nom de théorie physique ou mécanique, théorie chimique, théorie de la dissolution; au cours de ces dernières années, est venue s'ajouter aux précédentes la théorie colloïdale.

Peut-être pourrait-on reprocher à chaque partisan de ces hypothèses de se montrer trop exclusif. Les phénomènes utilisés en teinture sont, en effet, extrêmement variés, et ne dérivent pas nécessairement d'une cause unique.

Ayant effectué un assez grand nombre d'expériences depuis plusieurs années sur les textiles, les matières colorantes, les différents cas de la teinture, je résume ici les faits que j'ai découverts et les conclusions qui en découlent.

I. Textiles. — J'envisage les textiles les plus importants et les plus habituellement soumis à la teinture : la soie, la laine et le coton. Il y a lieu de les examiner au point de vue physique et au point de vue chimique.

1. *Propriétés physiques.* — Les textiles présentent cette particularité physique d'exister à l'état de filaments d'un très faible diamètre et de longueurs variables : leur surface est, par suite, extrêmement considérable par rapport à leur volume ou à leur poids.

a) Poids spécifique. J'ai déterminé le poids spécifique des différents textiles[1]. Les nombres suivants résument mes résultats : coton, 1,50; laine 1,30; soie grège, 1,33; soie décreusée, 1,34.

b) Pouvoir absorbant. La structure filamenteuse des textiles leur donne, par suite du grand développement de leur surface, les propriétés des corps poreux; j'ai étudié expérimentalement le pouvoir absorbant de la soie, de la laine et du coton, pour divers liquides[2]. Le pouvoir absorbant des textiles pour l'eau est à peu près égal à celui d'une éponge grossière.

En somme, les textiles ont des propriétés physiques assez semblables; leur poids spécifique, le développement de leur surface, leur pouvoir absorbant sont distincts, mais voisins.

2. *Propriétés chimiques.* — Leurs propriétés chimiques, au contraire, sont fort différentes; elles accusent l'existence de deux groupes très tranchés : 1° Groupe coton et textiles végétaux; 2° Groupe soie, laine et textiles animaux.

a) Etude calorimétrique. En étudiant dans le calorimètre le pouvoir absorbant de divers textiles vis-à-vis de réactifs déterminés, j'ai constaté que l'absorption est accompagnée de dégagements de chaleur caractéristiques[3]. La soie et la laine manifestent des fonctions acides et basiques nettes; le coton n'accuse aucune fonction basique, mais seulement des fonctions acides faibles; d'autre part, le coton chauffé avec le chlorure de calcium ammoniacal fixe de l'ammoniaque, acquiert des propriétés basiques, et devient capable de fixer des matières colorantes acides[4].

b) Explication de la teinture. — Partant de ces expériences, je formulais une théorie des cas de teinture obtenus avec les matières colorantes *solubles*. Etant donné que les textiles animaux présentent des fonctions acides et basiques, que tous les mordants et toutes les matières colorantes solubles sont acides ou basiques ou possèdent les deux fonctions, j'émettais l'opinion que la teinture obtenue avec les matières colorantes solubles était d'ordre purement chimique[5].

Une exception paraissait exister à cette règle : c'était celle des matières colorantes substantives teignant le coton sans mordant. En étudiant expérimentalement le rouge Congo[6], j'ai pu établir que la propriété substantive est due aux groupes >Az-Az< existant dans un grand nombre de ces couleurs; la fixation semble devoir s'effectuer par l'azote devenant pentatomique, s'unissant à la molécule cellulosique.

Depuis ces résultats, les recherches faites par divers expérimentateurs et par moi-même sur la constitution des matières albuminoïdes et sur la cellulose ont confirmé mes déductions : au point de vue chimique, les textiles animaux doivent être considérés comme des acides aminés, et les textiles végétaux comme des alcools.

J'ai poursuivi l'étude du pouvoir absorbant des textiles, en faisant agir la soie, la laine et le coton sur des solutions aqueuses d'acides et de bases de concentrations déterminées[7]. Les textiles sont actifs chimiquement, indépendamment de leur porosité : les corps poreux, comme le charbon de bois pulvérisé, sont inertes au point de vue chimique.

En outre, une conclusion curieuse s'est dégagée de ces expériences : l'activité chimique, acide ou basique, des textiles augmente avec la dilution de la solution aqueuse des réactifs absorbés; elle est liée, par suite, à l'ionisation des solutions employées; elle explique l'épuisement de certains bains de teinture par les textiles.

[1] *Electrot. Zeitschr.*, n° 13, 1997; *Die Umschau*, n° 16, 1909.

[1] *C. R. Ac. des Sc.*, Paris, 22 février et 11 mai 1892.
[2] *C. R.*, 4 juillet 1898.
[3] *C. R.*, 10 février 1890 et 28 avril 1890.
[4] *C. R.*, 2 mars 1891.
[5] *C. R.*, 23 mars 1891.
[6] *C. R.*, 9 août 1897.
[7] *C. R.*, 15 octobre 1906.

II. Matières colorantes. — 1. *Ionisation des bains de teinture.* Partant de cette idée que l'activité chimique des textiles est liée à la dilution et, par suite, à la dissociation électrolytique des bains, j'ai déterminé à diverses températures la conductibilité électrique de plusieurs solutions aqueuses d'acide sulfurique et de matières colorantes, employées aux dilutions usitées dans la préparation des bains de teinture[1]. Les déterminations ont porté sur l'acide sulfurique, la roccelline, l'orangé II, la fuchsine et l'acide picrique.

J'ai constaté que l'ionisation des matières colorantes est fortement accrue par la dilution, mais surtout par l'élévation de la température. Or, ces conditions se trouvent réalisées dans les opérations de teinture directe en un bain : l'influence de l'ionisation des matières colorantes solubles, dans la teinture des textiles en un bain, est donc manifeste.

J'ai étudié spécialement les propriétés colorantes et tinctoriales de l'acide picrique[2]. Les solutions d'acide picrique dans l'alcool, l'éther et le benzène, ne teignent pas la laine. La fixation de l'acide picrique sur la laine est due à une réaction chimique de la fibre sur la matière colorante, fortement ionisée au sein de l'eau.

L'étude comparative de la conductibilité électrique et de la teinture de divers bains directs : orangé II, roccelline, fuchsine, m'a montré que ces matières colorantes ne se fixent sur la laine que lorsque la conductibilité électrique des bains atteint une certaine valeur; dans la pratique, cette valeur est obtenue par l'élévation de la température des bains et par l'action de substances auxiliaires (mordants), acides, bases, sels, etc.

Enfin, l'ionisation réalisée dans les bains de teinture, pour être efficace et permettre la fixation sur la laine (ou la soie) et l'épuisement des bains, est liée, pour chaque cas, non seulement à l'intensité de l'ionisation, mais à la nature des ions en présence : la fuchsine, en effet, teint la laine en bain neutre ou faiblement acide, tandis que la teinture ne se produit pas, quelle que soit l'ionisation, en présence de NaOH.

2. *Influence de l'état colloïdal de la matière à teindre.* — J'ai teint dans des conditions déterminées, avec trois matières colorantes : roccelline (matière acide), fuchsine (matière basique), rouge congo (matière acide et basique, substantive), deux substances colloïdales : l'amidon et la gélatine.

Par refroidissement, j'ai obtenu des gelées qui ont été mises à diffuser au contact d'eau distillée froide. Cette eau s'est plus ou moins colorée par diffusion, suivant que la gelée était plus ou moins teinte, ou simplement imprégnée de solution colorée. En comparant entre elles les colorations des eaux de diffusion, on trouve : 1° que les gelées amidon se comportent comme le coton, les gelées gélatine comme la laine et la soie; 2° que les colorations des gelées se produisent sous la double influence de l'attraction moléculaire (faible) et de la constitution chimique des gelées (prépondérante), dans les teintures obtenues. Les résultats confirment les conclusions antérieures, savoir : l'amidon est un polyalcool, la gélatine un amino-acide[3].

3. *Teinture par le chromate de plomb.* — Le chromate de plomb, fraîchement précipité, bien lavé, non séché, mis en suspension dans l'eau, teint facilement les textiles. La fixation a lieu aussi, mais avec moins d'intensité, dans l'alcool et le benzène. La caractéristique de cette teinture est que tous les textiles, à de très petites différences près, se comportent de la même manière; ils se teignent, quelle que soit leur nature, végétale ou animale.

Le chromate de plomb teint également bien la soie, la laine et le coton; à ce titre, il diffère complètement, pour les conditions de la fixation, des matières colorantes solubles, des acides et des bases, dont j'ai étudié l'absorption par les différents textiles. Il faut, en outre, une proportion beaucoup plus grande de matière colorante, avec le chromate de plomb qu'avec les matières colorantes solubles, pour obtenir une nuance déterminée.

Le chromate de plomb ne se fixe pas chimiquement sur les textiles, puisque les fonctions chimiques des textiles sont indifférentes relativement à cette fixation. C'est sans doute en vertu de l'attraction moléculaire, s'exerçant à très petite distance entre les molécules (sens physique) de tous les corps, indépendamment de leurs fonctions chimiques, que cette fixation a lieu. Pour préciser ma pensée, je rappelle que cette attraction moléculaire est la cause des phénomènes de cohésion, adhésion, frottement, capillarité, viscosité, tension superficielle, etc.

Il faut observer, du reste, que les textiles se comportent physiquement comme les corps poreux, et que le chromate de plomb précipité, en suspension dans l'eau, est assimilable, par la dimension de certaines de ses particules, aux granules ou micelles des colloïdes en fausses solutions[4].

III. Teinture. — Les conclusions des expériences qui précèdent peuvent se formuler brièvement ainsi :

1° Les textiles sont des corps poreux, comparables, dans une certaine mesure, par le développement de leur surface, aux colloïdes en pseudo ou fausses solutions. Par suite du développement de leur surface, les textiles sont particulièrement sensibles à l'attraction moléculaire, et aux actions chimiques résultant de leur constitution;

2° Les textiles ont des fonctions chimiques nettes : le coton est un polyalcool, la soie et la laine sont des amino-acides. On peut résumer ces deux propriétés en disant que les textiles sont des corps poreux doués de fonctions chimiques;

3° Les matières colorantes peuvent se diviser en deux classes : matières colorantes solubles dans l'eau et matières colorantes insolubles.

Les matières colorantes solubles dans l'eau sont toutes acides ou basiques ou amino-acides; elles se fixent chimiquement sur les textiles; dans les bains de teinture, qui doivent être formés par de l'eau, elles sont fortement ionisées. Le mécanisme chimique de la fixation est variable; nous en avons donné des exemples pour l'acide picrique sur la laine, et les colorants substantifs de la benzidine sur le coton. La nature des combinaisons formées, dans lesquelles peuvent intervenir des mordants, doit être établie pour chaque cas par des études ultérieures.

Les matières colorantes insolubles, très divisées, se fixent en vertu de l'attraction moléculaire que j'ai définie. Elles peuvent teindre les textiles dans des liquides autres que l'eau. Elles doivent être très divisées, en grains dont une partie au moins a des dimensions comparables à celles des granules ou micelles des colloïdes en fausses solutions : c'est à cette condition seulement qu'elles peuvent obéir à l'attraction moléculaire. Elles se fixent à peu près également sur tous les textiles, quelle que soit leur nature chimique.

J'ai donné les preuves expérimentales qu'il y a, en teinture, des cas purement chimiques et des cas purement physiques. Il est facile d'imaginer des cas mixtes, dans lesquels les deux forces que j'ai définies : fonctions chimiques et attraction moléculaire, peuvent être associées.

Léo Vignon,
Professeur à la Faculté des Sciences de Lyon.

[1] *C. R.*, 14 janvier 1907.
[2] *C. R.*, 29 mars 1909.
[3] *C. R.*, 3 mai 1909.

§ 5. — Biologie

La distribution de la longévité en Angleterre et dans le Pays de Galles. — Un médecin anglais, le Dr W. Gordon, vient de se livrer sur ce

[1] *Comptes rendus*, 17 mai 1909.

sujet à des recherches intéressantes[1], basées sur les chiffres donnés par le Rapport décennal sur le mouvement de la population pour la période 1891-1900, récemment paru.

Il calcule d'abord le pourcentage des décès au-dessus de soixante-quinze ans par rapport au nombre total des décès pour les différents districts de l'Angleterre et du Pays de Galles. Puis il détermine l'influence de deux facteurs qui agissent sur les chiffres obtenus : mortalité infantile élevée dans les villes et mouvement de la population des campagnes vers les villes.

Des chiffres recalculés en tenant compte du premier de ces facteurs (le second n'ayant qu'une influence négligeable) se dégagent des conclusions très nettes :

Il y a une disparité très remarquable de la longévité entre les différents districts de l'Angleterre et du Pays de Galles. Cette disparité est en relation étroite avec la densité de la population : les faibles pourcentages de décès au-dessus de soixante-quinze ans sont associés à des populations relativement denses, tandis que les pourcentages élevés sont associés à des populations relativement éparses.

Cette relation s'accorde entièrement avec tout ce que nous savons de l'influence de la densité de la population sur la santé.

§ 6. — Géographie et Colonisation

L'exode montagneux en France[2]. — Les populations montagneuses, adaptées à des conditions naturelles difficiles, vivent de l'exploitation forestière et de l'élevage; le sol est généralement propriété collective et, comme tel, soumis à des abus pastoraux et autres qui y déterminent la dénudation et l'érosion. Le troupeau diminue, les réserves forestières disparaissent et l'exode montagneux se poursuit avec une effrayante régularité.

Si, d'après Cézanne, nous répartissons nos départements en trois groupes suivant l'altitude, nous voyons que, de 1901 à 1906, la zone des plaines littorales (16 départements et 21 °/₀ du total) a gagné 150.333 habitants; la zone des vallées intérieures (40 départements et 47 °/₀ du total) a gagné 203.094 habitants; enfin, la zone montagneuse torrentielle (31 départements et 31 °/₀ du total) a perdu 63.105 habitants.

Dans les Pyrénées, de 1851 à 1901, le département de l'Ariège a décru régulièrement de 267.435 habitants à 210.527, la Haute-Garonne de 481.618 à 448.481, les Basses-Pyrénées de 446.997 à 426.347, les Hautes-Pyrénées de 250.934 à 215.546.

Dans les Alpes de Provence, le département des Basses-Alpes est tombé de 153.873 habitants, en 1870, à 118.142, en 1900, perdant 1.100 habitants par an. En cinquante ans, la seule vallée de Barcelonnette a perdu 28 °/₀ de sa population; on compte que, depuis le grand exode de 1848, 100 personnes en moyenne partent annuellement pour les hauts plateaux mexicains.

De 1865 à 1900, l'émigration française annuelle a passé de 8 à 13.000 personnes; depuis 1900, elle atteint 15.000. Ce sont les régions montagneuses qui l'alimentent en grande partie : la Franche Comté et la Lorraine fournissent 5 à 6 °/₀, les Savoies et l'Ariège 7 °/₀, les Pyrénées-Orientales 11 °/₀, la Lozère 37 °/₀. Le courant s'oriente surtout vers l'Amérique. Dans la vallée d'Ossau (Basses-Pyrénées), depuis trente ans, le sixième de la population d'Asté-Béon s'est fixé à la Plata.

L'érosion se poursuit parallèlement à l'exode des bras. M. L.-A. Fabre estime que la masse des limons et autres matériaux fins, expulsés annuellement par nos rivières torrentielles, peut être évaluée à 72 millions de mètres cubes : « L'entraînement des matériaux arrachés par les torrents aux thalwegs et aux versants des montagnes représenterait en France un décapage superficiel de plus d'un décimètre par siècle ».

Aussi bien, est-il à remarquer que la forêt qui fixe le sol retient en même temps ses habitants. En comparant, par exemple, les populations de deux départements de la Basse-Gascogne, où les conditions géographiques et la densité de la population sont sensiblement les mêmes, le Gers et les Landes, les statistiques montrent que la dépopulation a toujours été moins rapide dans les Landes boisées que dans le Gers cultivé. Dans les départements à population croissante, la superficie forestière varie de 12 à 47 °/₀, tandis que dans les départements à population décroissante ce pourcentage varie seulement de 3 à 18 °/₀. Dans l'Erzgebirge, où la forêt couvre les trois quarts du territoire, M. B. Auerbach a relevé que la forte densité de la population (65 en Saxe et 115 en Bohême) est surprenante : de 1840 à 1900, celle-ci s'est accrue du tiers sans immigration.

Malheureusement, des signes nombreux et évidents attestent le recul en altitude de la végétation forestière. Ce recul est constaté sur toute l'étendue des Alpes, jusqu'en Autriche. M. W. Kilian observe que les arbres ne se régénèrent plus dans des lieux escarpés, inaccessibles à l'homme et à ses troupeaux, et il en conclut que la marche rétrograde de la végétation forestière alpine dans les Alpes dauphinoises est un « phénomène naturel, continu, qui se poursuit avec une inexorable régularité en dehors de l'intervention humaine ». M. D. Martin, conservateur du Musée de Gap, attribue le recul de la végétation forestière dans ce département à une cause climatique, à une diminution des précipitations solides et liquides. L'hiver, l'arbre n'est plus efficacement protégé, en raison de la diminution de la neige, et l'été, il est insuffisamment arrosé. M. Charles Rabot a fait des observations analogues dans la Norvège septentrionale et dans les Laponies suédoise et russe; il a constaté un recul variant de 50 à 100 mètres, dans des conditions qui excluent toute intervention humaine[1].

A ces causes naturelles s'ajoutent les influences désastreuses de la pratique séculaire de la transhumance. En montagne surtout, à l'exemple de la Suisse, l'élevage du mouton doit être remplacé par celui du gros bétail, beaucoup plus rémunérateur et plus conservateur des pelouses. Comme l'écrit M. L. Fabre, « la France métropolitaine n'est plus à aucun titre le pays des cultures extensives, un « pays du mouton »; c'est le pays de la houille blanche et des nitrates qui résolvent la question du pain et de la viande moins chers, celui des cultures dérobées, des irrigations fécondes, des montagnes riches et peuplées. » Le dixième de notre territoire se trouve en haute montagne; c'est assez dire la nécessité d'une législation qui protégerait le sol, sans le nationaliser, en le laissant « la propriété de celui qui l'occupe, à charge par ce dernier de subir la tutelle de l'Etat exigée par l'intérêt public ».

Pierre Clerget,
Professeur à l'Ecole supérieure de Commerce de Lyon.

[1] *British Medical Journal*, n° 2527, p. 1344 (5 juin 1909)

[2] L.-A. Fabre : L'exode montagneux en France. Causes physiographiques, culturales, etc. Remèdes. *Bulletin de Géographie historique et descriptive*, n°s 1-2, 1908.

[1] Charles Rabot : Les forêts du Briançonnais. *La Géographie*, 15 avril 1909.

RAPPORT SUR LE PRIX OSIRIS A DÉCERNER EN 1909[1]

Le prix de cent mille francs, que la générosité de M. Orisis permet à l'Institut de décerner tous les trois ans, est destiné à « récompenser la découverte ou l'œuvre la plus remarquable dans les sciences, dans les lettres, dans les arts, dans l'industrie, et généralement dans tout ce qui touche à l'intérêt public ». Il doit être décerné cette année pour la troisième fois. Nous couronnions il y a six ans les brillants succès remportés dans le traitement d'une maladie terrible par un de nos confrères, digne continuateur de Pasteur, et, il y a trois ans, le prix fut accordé à l'éminent historien qui venait de terminer son grand ouvrage sur l'Europe et la Révolution française.

Il n'était assurément pas dans les intentions de M. Osiris qu'il y eût en quelque sorte un roulement entre les différents ordres d'études ressortissant aux diverses Académies de l'Institut de France. Aussi votre Commission s'est-elle uniquement préoccupée de rechercher la découverte ou l'œuvre qui, dans les trois dernières années, a le plus vivement attiré l'attention et paraît avoir les conséquences les plus importantes. Elle a unanimement jugé qu'un progrès considérable venait d'être fait dans la question de l'aviation, progrès intéressant à la fois les sciences, l'industrie et l'intérêt public, suivant les termes mêmes du testament que je rappelais plus haut. Les étrangers ne pouvant, d'après la donation, participer aux prix[2], nous vous proposerons donc de décerner le prix Osiris à l'aviation française, et nous vous indiquerons dans un moment les considérations qui nous ont guidés pour faire un choix parmi les chercheurs opiniâtres qui se consacrent à la conquête de l'air.

I

Sans remonter jusqu'au légendaire Icare et à la colombe mécanique d'Archytas de Tarente, il est utile de jeter d'abord un rapide coup d'œil sur l'histoire de la navigation aérienne. A la Renaissance, Léonard de Vinci comprend que, pour voler, l'oiseau doit prendre son point d'appui sur l'air, et, après ses études sur le vol, décrit l'hélicoptère et le parachute. Dans les deux siècles qui suivent, de nombreux documents nous montrent l'intérêt suscité par la navigation aérienne ; on ne se borne pas d'ailleurs au plus lourd que l'air, et, à la fin du XVIIe siècle, plusieurs pressentent déjà l'invention des ballons. Vers 1750 apparaissent de divers côtés des projets d'hommes volants et de machines volantes. Des appareils sont construits, sortes d'orthoptères munis d'ailes à charnières qui frappent l'air normalement, mais ils sont expérimentés sans succès; on propose même d'adjoindre à l'hélicoptère une hélice propulsive pour la translation horizontale. Il est remarquable de voir signalés dès cette époque quelques-uns des dispositifs qui devaient être essayés plus tard.

Ces tentatives avec le plus lourd que l'air, sans avoir donné encore aucun résultat pratique, furent interrompues en 1783 par l'expérience célèbre des frères Montgolfier, qui souleva un enthousiasme indescriptible. Six mois après l'expérience d'Annonay, Meusnier présentait à l'Académie des Sciences un Mémoire admirable, publié seulement beaucoup plus tard. On trouve dans son projet les conditions essentielles qui devaient conduire aux ballons dirigeables : forme allongée du ballon, ballonnet intérieur pouvant être rempli d'air, et emploi d'un propulseur hélicoïdal. C'est en suivant la voie ouverte par Meusnier, mort en 1793 au siège de Mayence, que le colonel Renard édifia définitivement la théorie de la dirigeabilité des ballons et put réaliser sa mémorable expérience de 1884.

Malgré les triomphes des aérostats, le plus lourd que l'air eut toujours ses croyants ; toutefois, pendant la première moitié du siècle dernier, ils ne furent guère encouragés. Des analyses insuffisantes du vol des oiseaux, signées de noms éminents, montraient qu'une hirondelle devait fournir un travail énorme pour se maintenir dans l'air, ce qui faisait dire plus tard que les Mathématiques démontraient alors l'impossibilité de voler pour les oiseaux. Il eût été moins piquant, mais plus exact de dire que certains mécaniciens, ayant mal observé les mouvements des oiseaux, établissaient par leurs savants calculs que les conditions réelles du vol sont différentes de celles qu'ils avaient supposées; l'erreur provenait de ce qu'on voulait étudier le vol à l'aide de la résistance qu'un plan éprouve en se mouvant normalement dans l'air. Cependant, sir G. Cayley dès 1809 et Dubochet en 1834 indiquaient déjà que le vol est avant tout un glissement ; ils remarquaient que, en général, l'oiseau s'envole tête au vent. Plusieurs autres, comme Hauvel et Wenham, étaient aussi les champions de la théorie du glissement.

C'est seulement vers 1865 que l'attention se trouva de nouveau portée vers l'aviation, et les dis-

[1] Rapport présenté par M. E. Picard au nom de la Commission des cinq Académies.

[2] Une exception est faite seulement quand le prix Orisis est décerné dans une année où il y a une Exposition universelle à Paris.

cussions de la Société française de Navigation aérienne, très suivies à cette époque, se lisent encore aujourd'hui avec intérêt. L'Académie des Sciences, depuis les essais de Borda datant de l'ancienne Académie, s'était toujours préoccupée des problèmes relatifs à la résistance des fluides; en 1874, sur la proposition de Joseph Bertrand, elle mit au concours la théorie mathématique du vol des oiseaux. Le Mémoire d'un des membres les plus actifs de la Société de Navigation aérienne, doué d'un esprit des plus pénétrants, Alphonse Pénaud, fut récompensé en 1875. La clef de l'aviation est, pour Pénaud, dans le fait que l'oiseau, dans le vol avançant, attaque l'air sous un angle très petit. Il insiste sur l'avantage qu'il y a à attaquer l'air obliquement, et il illustre la théorie en construisant un jouet qui réalise le premier appareil mécanique ayant réussi à voler, jouet soutenu par des ailes concaves, dans lequel le moteur est un caoutchouc tordu actionnant une petite hélice, et dont une queue assure la stabilité. L'analyse des trois genres de vol, vol ramé, vol plané, vol à voile, était déjà ancienne et paraît remonter à Dubochet; elle est approfondie par Pénaud, et, peu après, les photographies instantanées de Marey viennent fixer certaines interprétations douteuses. Dans le vol plané, l'aile rencontre généralement l'air sous un angle assez petit et joue ainsi le rôle d'un aéroplane, le travail musculaire de l'oiseau étant assez restreint et dépensé surtout pour la propulsion dans le sens horizontal. Nous devons encore rappeler la discussion faite par Pénaud de la loi de la résistance éprouvée par un plan mince se mouvant dans un fluide; cette résistance, à vitesses relatives égales, dépend de l'angle d'inclinaison. On avait regardé longtemps, avec Newton, qu'elle était proportionnelle au carré du sinus de cet angle, ce qui est inadmissible. Borda, suivi par G. Cayley, avait, semble-t-il, proposé pour la première fois la loi de la première puissance du sinus; Pénaud, ayant expérimenté sur la chute des corbeaux, trouve ses observations conformes à la loi de la première puissance, et s'en sert pour mesurer certains coefficients. Les lois empiriques de cette nature peuvent avoir d'ailleurs des formes diverses, et plusieurs formules ont été proposées conduisant sensiblement aux mêmes résultats.

Nous voyons donc que les idées inexactes sur le vol des oiseaux, qui, malgré quelques critiques avisés, avaient régné si longtemps, étaient abandonnées vers 1880. Le principe du glissement, au moins dans le vol plané, n'est plus contesté; la sustentation apparaît comme due à la propulsion, la composante verticale de la poussée exercée par le fluide sur le sustentateur faisant équilibre au poids. Aussi, peu à peu, les inventeurs renoncent au type orthoptère, les partisans de l'hélicoptère se font plus rares, et l'effort des chercheurs se porte sur l'aéroplane, qu'il s'agit d'étudier au point de vue mécanique. La position du centre de pression, l'influence de l'inclinaison et de la forme de la voilure jouent un rôle essentiel dans l'étude des conditions d'équilibre et dans celle des diverses stabilités. Dans ces questions difficiles, beaucoup d'ingéniosité a été dépensée, et des résultats importants ont été obtenus, quoique l'accord soit loin d'être établi sur tous les points. La connaissance des principes généraux de la Dynamique est sans doute indispensable pour raisonner juste en ces matières, mais la théorie seule est actuellement impuissante dans les problèmes si complexes relatifs à la résistance des fluides. Elle ne peut, par exemple, nous renseigner sur la position du centre de pression indispensable à obtenir; c'est à l'expérimentation qu'il faut demander les données que la théorie ne nous fournit pas.

Deux méthodes furent suivies dans ces recherches. La première consiste à rechercher expérimentalement les conditions d'un planement artificiel, soit que l'on se serve de tunnels avec courants d'air, ou que l'on utilise un manège tournant. Ce sont là des expériences de laboratoire, faites sur des petits modèles et devant être interprétées judicieusement : car, en toute rigueur, il ne peut exister deux systèmes ailés mécaniquement semblables. La seconde méthode consiste à réaliser un planement dans l'air sans moteur. Cette méthode fut inaugurée par l'ingénieur allemand Lilienthal qui, dans un très grand nombre de glissades faites d'un point élevé, après s'être donné un certain élan, put étudier les conditions d'équilibre et de stabilité; l'exercice ne laissait pas d'être dangereux, car le pilote devait, par des mouvements appropriés de son corps, maintenir la stabilité. On sait que, en 1896, l'infortuné voyageur aérien perdit la vie, par suite, à ce que l'on croit, de la rupture d'un des assemblages de sa machine.

Lilienthal eut des continuateurs en Amérique; parmi eux, il faut signaler tout d'abord un ingénieur français installé aux États-Unis, M. Chanute, qui munit l'appareil de la queue sensibilisatrice de Pénaud, en la rendant susceptible de rotation au moyen d'un joint à la Cardan et employa le premier d'une manière effective le biplan[1]. L'aviation doit beaucoup aux observations de M. Chanute, qui, en cessant ses travaux, engagea les frères

[1] M. Chanute a donné, avec photographies à l'appui, la description de ses expériences dans la *Revue générale des Sciences* du 30 novembre 1903, t. XIV, page 1133 et suivantes. Le lecteur qui se reportera à cet article sera tout de suite frappé de la ressemblance des aéroplanes, alors inventés et utilisés par M. Chanute, avec les aéroplanes automobiles actuels. (N. D. L. R.)

Wright dans la voie où ils devaient recontrer les succès connus de tous. En 1900, Wilbur et Orville Wright reprennent les expériences de glissement, avec quelques idées originales, et font faire un grand progrès à la pratique antérieure; la stabilisatrice est placée à l'avant, et devient le gouvernail horizontal ou de profondeur, mobile autour d'un axe horizontal. Le profil des ailes est aussi étudié avec soin. Quoiqu'on parle toujours de biplan ou de monoplan, les surfaces sustentatrices ne sont pas planes; il y a un grand intérêt à leur donner une légère concavité, l'attaque en marche régulière ayant lieu suivant le premier élément de la courbe, Cette forme permet un écoulement plus facile pour l'air, et diminue la résistance à l'avancement. Ces expériences, prolongées pendant près de trois ans sur les grèves de l'Atlantique, apprirent aux frères Wright, suivant le mot de M. Chanute, leur métier d'oiseau.

Dans tous ces essais, aucun moteur n'avait été placé sur l'appareil; d'après des témoignages restés longtemps incertains, mais auxquels on doit aujourd'hui accorder créance, les frères Wright, ayant construit un moteur de leur invention, firent pour la première fois, à la fin de 1903, un vol de 300 mètres, et en 1904 des vols de 5 kilomètres dans de bonnes conditions de stabilité.

Pendant ces premiers exploits américains, exploits restés un peu mystérieux et dont un écho arrivait seulement en Europe, l'aviation trouvait en Europe un apôtre convaincu dans le capitaine Ferber; celui-ci se livrait à des recherches théoriques sur la stabilité et reprenait les glissements sur l'air, qui furent aussi reproduits à Berck-sur-Mer par MM. Archdeacon et Voisin. Ces essais permettaient d'obtenir les valeurs de certaines constantes caractéristiques, en même temps qu'ils habituaient au vol ces ardents adeptes de l'aviation. La pensée que Wright avait pu se maintenir dans l'air excitait les chercheurs. N'en va-t-il pas ainsi dans tous les domaines scientifiques, l'ingéniosité et la puissance de l'esprit étant augmentées quand nous savons que le problème qui nous occupe n'est pas insoluble? A cet égard, les nouvelles incertaines venues de l'autre côté de l'Atlantique ont été un stimulant puissant pour les aviateurs français, qui, comme les Américains W. et O. Wright, ont été ainsi à leur début les élèves de notre compatriote M. Chanute.

Quand la théorie du mouvement de l'aéroplane fut correctement posée, et que l'on fut à peu près maître des moyens propres à assurer la stabilité, une question importante fut celle d'un moteur suffisamment léger. En France, les nécessités de l'automobilisme avaient conduit à réaliser de grands progrès dans l'industrie des moteurs. Un moteur à explosion, construit spécialement pour l'aviation par un ingénieur très distingué, M. Levavasseur [1], et connu sous le nom de moteur Antoinette, se trouva remplir les conditions désirables de légèreté. Nos aviateurs exercés, « connaissant bien leur métier d'oiseau », étaient donc dans les meilleures conditions, et ils remportèrent l'année dernière les brillants succès auxquels nous avons tous applaudi. Je dois toutefois rappeler que c'est un Brésilien, M. Santos-Dumont, qui, à la fin de 1906, a construit le premier en Europe un appareil qui, muni d'un moteur Antoinette de cinquante chevaux, put s'élever seul et parcourir plus de deux cents mètres [2].

II

Cet historique très incomplet vous aura montré, Messieurs, combien nombreux ont été ceux qui ont apporté leur pierre au grand œuvre de l'aviation, depuis les observateurs attentifs du vol des oiseaux jusqu'aux constructeurs de moteurs, et, parmi ces pionniers, je tiens à rappeler encore le colonel Renard, que ses travaux sur les dirigeables ont rendu célèbre, mais dont les études expérimentales sur les hélices sont également précieuses pour les constructeurs d'aéroplanes. Votre Commission rend justice à tous ces efforts; mais devant nécessairement faire son choix entre des collaborateurs si nombreux et si variés, elle s'est souvenue que l'année 1908 restera mémorable dans l'histoire de l'aviation. Aussi a-t-elle décidé de vous proposer de couronner les constructeurs français d'aéroplanes qui ont réalisé en 1908 des appareils capables de quitter les champs de manœuvres et d'effectuer de véritables voyages aériens en pleine campagne, et ont ainsi été les émules des célèbres aviateurs américains dans les luttes pacifiques de l'année dernière pour la conquête de l'air. A la question ainsi posée, la réponse était facile, et nous ne pouvions avoir aucune hésitation. Citons ici deux dates : Un appareil Voisin, monté par Farman, a fait le premier voyage en aéroplane le 20 octobre 1908, allant de Châlons à Reims, et M. Blériot, conduisant lui-même sa machine, a fait le lendemain, de Toury à Artenay, avec retour, le premier circuit fermé par escales. Nous vous proposerons donc de partager le prix Osiris entre *M. Gabriel Voisin* et *M. Louis Blériot*.

Ces deux éminents ingénieurs ont été quelque temps associés pour construire et expérimenter des

[1] Je rappelle que M. Levavasseur fait expérimenter en ce moment un monoplan qui semble donner des résultats très satisfaisants.

[2] Je laisse de côté dans cet historique un appareil remarquable, l'*avion* de M. Ader, expérimenté à Satory le 14 octobre 1897, les résultats de cette expérience ayant été discutés et les témoignages officiels n'ayant jamais été publiés. Le moteur de M. Ader était une machine à vapeur.

appareils d'aviation, et se sont ensuite spécialisés, le premier dans la construction des biplans, et le second dans celle des monoplans. On discute encore beaucoup sur les mérites des monoplans et des biplans. Une telle comparaison, faite *a priori*, est assez vague, les arguments à invoquer n'étant pas les mêmes suivant que l'on comparera, par exemple, un monoplan Blériot à un biplan du type Wright ou du type Voisin, la résistance à l'avancement différant notablement dans ces deux biplans. Il est assez vraisemblable que, suivant le genre de transport, la préférence devra être donnée au biplan ou au monoplan; les locomotives des trains de marchandises n'ont-elles pas d'autres formes que celles des trains rapides?

L'aéroplane que construit M. Gabriel Voisin, associé à son frère Charles Voisin, est composé d'une grande cellule formée de deux plans sustentateurs superposés mesurant 10 mètres d'envergure sur 2 mètres de largeur et espacés de $1^m,50$. Cette cellule porte le moteur, le pilote et le châssis d'atterrissage principal avec ses deux roues. Une plus petite cellule, formée de deux plans superposés de $2^m,50$ d'envergure sur 2 mètres de largeur, espacés de $1^m,50$, est placée à l'arrière et fixée par une armature rigide aux deux plans sustentateurs; elle porte deux petites roues et elle contient le gouvernail vertical donnant la direction dans le sens horizontal. En avant de la cellule principale est placé le gouvernail de profondeur, destiné à faire monter ou descendre l'appareil. La largeur totale de l'ensemble est de $11^m,50$. La surface portante est de 50 mètres carrés, et le poids, en ordre de marche y compris le pilote, varie de 540 à 570 kilogrammes. Nous avons dit que les surfaces portantes n'étaient pas planes; les profils sont courbes, le maximum de la flèche se trouvant au premier tiers avant et mesurant un quinzième de la largeur du plan. L'angle de l'aile (c'est-à-dire de sa corde) avec le plan horizontal est, au repos, de *huit* degrés; après le soulèvement, lorsque l'appareil aborde la marche horizontale, la vitesse de l'ensemble atteignant 18 ou 19 mètres à la seconde, l'angle d'incidence diminue au point de se réduire à environ 2 degrés.

Le moteur employé par M. Voisin est un moteur Antoinette; il tourne à onze cents tours par minute et donne à cette vitesse de 36 à 39 chevaux. L'hélice, placée à l'arrière de la grande cellule d'avant, est montée directement sur l'arbre moteur. On pouvait craindre que l'emploi d'une seule hélice produisît un déversement transversal; en fait, il n'en est rien. Un contrepoids convenablement placé ou un léger décentrage avait d'abord paru nécessaire, mais il semble que l'air lancé par l'hélice dans la cellule arrière suffise pour empêcher toute tendance à la rotation. La forme cellulaire employée par le constructeur est stable d'elle-même, comme l'a montré l'expérience, au moins quand il n'y a pas de remous violents, et c'est grâce à cette stabilité automatique que le biplan Voisin nous apparaît si bien assuré sur sa trajectoire. Il ressemble à une lourde flèche traversant l'espace, et de plus prend de lui-même dans les virages l'inclinaison convenable

La stabilité automatique est d'autant plus importante ici que l'appareil ne possède, comme disent les géomètres, que deux degrés de liberté, c'est-à-dire que le pilote dispose seulement, pour rétablir l'équilibre troublé, de *deux* variables relatives l'une au gouvernail de direction, l'autre au gouvernail de profondeur.

Le biplan Voisin est un appareil admirablement étudié, et qui a fait ses preuves. C'est avec lui que Farman et M. Delagrange ont effectué leurs courses magnifiques. En dehors de circonstances exceptionnelles, il est d'un maniement relativement facile et n'exige pas du conducteur une attention de tous les instants, comme il arrive pour le « Flyer » de Wright; il est enfin remarquablement apte à la formation des pilotes.

L'aéroplane de M. Louis Blériot, qui a été le promoteur du monoplan, est d'un tout autre type. Sans rien changer d'essentiel à l'appareil de l'année dernière, le constructeur y a apporté quelques modifications en plaçant le pilote et le passager au-dessous du plan porteur au lieu de les placer en dessus; de plus, les ailerons mobiles à l'extrémité des ailes qui restaient fixes ont été remplacés par un gauchissement de ces dernières. Sous la forme la plus récente, le monoplan de M. Blériot, que primitivement on comparait à une libellule, ressemble maintenant davantage à un oiseau; il se compose d'un plan sustentateur légèrement incurvé et susceptible de gauchissement à ses extrémités, les mouvements de celles-ci étant solidaires, de telle sorte que l'une s'abaisse quand l'autre se relève. L'envergure est de $9^m,50$, la profondeur des plans étant de $2^m,40$, et l'angle d'attaque de *neuf* degrés; la surface portante est de 22 mètres carrés. L'hélice unique est à l'avant, et les voyageurs (l'appareil est construit pour le pilote et un passager), assis dans le châssis central sous le centre de l'aile, ont devant eux l'hélice et le moteur dont la puissance est de 35 chevaux; l'hélice tourne au point fixe à 600 tours par minute. Le châssis central est muni de deux roues et se prolonge perpendiculairement au plan sustentateur par une poutre évidée. Celle-ci porte un empennage horizontal fixe, le gouvernail de profondeur et le gouvernail vertical de direction; elle se termine par une petite roue qui, avec les deux premières, supporte l'appareil au repos; M. Blériot a imaginé un dispositif extrêmement

ingénieux qui commande les divers mouvements; en inclinant l'arbre du volant de manœuvre dans le sens transversal ou dans le sens longitudinal, on produit le gauchissement des ailes ou l'on fait tourner autour de son axe horizontal le gouvernail de profondeur, et des pédales agissent sur le gouvernail de direction. La charge normale prévue pour l'appareil avec deux voyageurs est de 500 kilogrammes; il est donc chargé à 25 kilogrammes par mètre carré.

Les différences sont sensibles entre le monoplan de M. Blériot et l'appareil que nous avons décrit plus haut. D'abord l'hélice et le gouvernail de profondeur sont dans une position inverse par rapport au pilote, mais ce n'est là qu'un détail. Un point essentiel est que la stabilité n'est pas assurée ici plus ou moins automatiquement par le cloisonnement cellulaire; mais, tandis que dans le biplan Voisin nous n'avions que deux degrés de liberté, le gauchissement des ailes met ici une troisième variable à la disposition du conducteur. L'appareil, plus léger et offrant moins de résistance, se trouve davantage dans la main d'un pilote attentif. Ce n'est plus le mouvement de la flèche : c'est le mouvement, plus souple, de l'oiseau, mais présentant actuellement plus de risques, surtout dans les virages, et demandant un grand sang-froid au conducteur. J'ai rappelé tout à l'heure que, entre les mains de l'habile et audacieux pilote qu'est M. Blériot, le monoplan a pour la première fois effectué dans la Beauce, entre Toury et Artenay, un véritable voyage aérien.

Je ne me hasarderai pas, en finissant, à parler de l'avenir réservé aux monoplans, aux biplans, voire même aux triplans, d'autant qu'on peut imaginer d'autres formes d'aéroplanes. Je ne chercherai pas non plus dans combien de temps les aéroplanes remplaceront les chemins de fer, ni si cette substitution sera au plus grand bénéfice de la guerre ou de la paix. Laissons ce soin aux romanciers et aux politiques. Ce que nous pouvons dire, c'est que les véritables principes de la locomotion aérienne par le plus lourd que l'air sont définitivement posés, et que l'aviation est entrée dans la voie scientifique; sur les aérodromes, véritables laboratoires de physique, les mécaniciens avisés que sont plusieurs de nos constructeurs et de nos pilotes font chaque jour des expériences qui conduisent à modifier tels ou tels détails, et les progrès résulteront de ces observations accumulées. Vraisemblablement, quoique en pareille matière le métier de prophète soit dangereux, on ne s'écartera guère de quelques-unes des formes imaginées dans ces dernières années, mais on leur adjoindra des appareils propres à assurer la stabilité. Peut-être est-ce dans les moteurs qu'il y aura le plus d'imprévu, l'électricité ménageant probablement bien des surprises, sans parler des sources d'énergie que peuvent nous révéler encore des découvertes comme celles qui ont été faites en Physique depuis dix ans.

Quelque timides que doivent paraître un jour les essais actuels, l'histoire de l'aviation réservera une page aux voyages au long cours effectués pour la première fois en 1908. Aussi la Commission du prix Osiris vous propose-t-elle à l'unanimité de *partager en parties égales le prix entre M. Gabriel Voisin et M. Louis Blériot.*

Émile Picard,
Membre de l'Institut,
Professeur à la Faculté des Sciences
de l'Université de Paris.

LA VIE ET LES ŒUVRES DE E. MASCART

Mascart (Eleuthère-Elie-Nicolas) naquit le 20 février 1837, à Quarouble (Nord), à quelques kilomètres de Valenciennes et de la frontière belge; son père était instituteur; aussi loin qu'on pouvait remonter, la famille Mascart n'avait pas quitté le petit village, et était restée attachée à cette terre un peu rude, au ciel gris, au sous-sol creusé par les mines, à la culture uniforme des champs de betterave qui s'étendent à perte de vue, à l'industrie active des forges et des hauts fourneaux. Depuis 1659, de père en fils, la charge de clerc de la paroisse et de maître d'école, puis plus tard de secrétaire de l'état civil, se transmettait sans interruption dans cette famille, qui représentait évidemment l'élite intellectuelle du bourg; le père était l'autorité suprême et respectée; les traditions se conservaient.

C'est de ce milieu obscur et modeste que sortit l'homme dont le nom devait être un des plus grands de la science française, et qui, par son seul mérite, devait s'élever aux situations les plus hautes; ainsi des réserves d'énergies sont lentement accumulées par la patiente Nature dans les régions les plus saines et les plus fortes de l'humanité, pour s'épanouir à de rares intervalles, comme la floraison de ces plantes puissantes qui n'apparaît qu'une fois tous les siècles.

Mascart avait un frère, plus âgé que lui de quel-

ques années; les deux enfants étaient intelligents, l'école paternelle ne leur suffit bientôt plus ; l'ambition du père s'éleva jusqu'à les envoyer au Collège de Valenciennes, grave problème pour ses modestes ressources.

Une misérable mansarde sous les combles fut louée ou prêtée dans le voisinage du Collège ; tous les lundis matin, par les rudes hivers du Nord, les deux enfants parcouraient à pied les 7 kilomètres qui séparent Quarouble de Valenciennes, chargés du pain et du fromage qui, pour le reste de la semaine, devaient seuls faire leurs repas du soir ; la propriétaire de la mansarde leur préparait la soupe de midi ; et lentement, année par année, les études classiques se poursuivaient ainsi pour les deux frères, étroitement associés dans des efforts communs.

Une telle vie est une forte école d'énergie et prépare des caractères trempés pour la lutte ; lorsque l'aîné des deux enfants fut en âge d'avoir sa volonté et sa personnalité, un drame que nous ne pouvons que soupçonner éclata dans la famille : le père, autoritaire et rigide, se croyant encore aux temps anciens, avait destiné son fils aux ordres et prétendait lui imposer sa volonté ; le jeune homme n'avait pas la vocation ; il s'éloigna et partit seul pour Paris ; ce que fut la vie de ce jeune homme de seize ans, isolé dans la grande ville, sans ressources, plein d'intelligence et d'énergie, nous n'avons pas à le raconter ici ; à force de ténacité, gagnant son pain, sans passer par aucune école, il s'engagea, et s'éleva seul au grade de capitaine du génie : il mourut jeune, au retour des colonies, en 1869.

Ce fut là une ombre qui toujours assombrit Mascart, étroitement lié d'affection avec ce frère aîné qui avait partagé avec lui les peines et peut-être aussi — car il y en a toujours — les joies de l'enfance.

Plus heureux, il put continuer ses études. Frappé par les aptitudes des deux frères, M. Cromback, principal du Collège, les avait pris comme boursiers deux ans après le commencement de leurs études ; c'était un peu de sécurité pour l'avenir ; mais que de chemin restait encore à parcourir !

Mascart arriva ainsi aux baccalauréats ès lettres et ès sciences, qu'il passa en 1855 et 1856; son père jugea qu'il avait assez fait pour lui, et lui signifia qu'il avait désormais à gagner sa vie ; à 19 ans, il entra comme maître répétiteur au Lycée de Lille et, l'année suivante, à la fin de 1857, il passa dans les mêmes fonctions au Lycée de Douai ; comme l'avait fait le principal de Valenciennes, le proviseur de Douai, M. Fleury, s'intéressa à lui ; c'était un homme de grande valeur, universitaire dans l'âme; il engagea Mascart à se diriger du côté de l'Ecole Normale, dont il était lui-même sorti ; grâce à son aide, Mascart put mener de front ses fonctions de répétiteur et le dur labeur d'une année de Mathématiques spéciales ; il fut reçu à la fin de l'année, au concours de 1858.

On se figure aisément l'ardeur avec laquelle ce jeune homme, épris de science et enfin arrivé à son but, s'engagea dans ces trois années de libres études qu'ont connues tous ceux qui ont passé par l'Ecole ; il y trouva des maîtres éminents, Briot pour les Mathématiques, Verdet pour la Physique, Sainte-Claire Deville pour la Chimie ; dans ce temps-là, les deux premières années d'études étaient communes, et c'est seulement en troisième année que l'on se spécialisait soit en Mathématiques, soit en Physique. Mascart fut bien près de devenir mathématicien ; il y était fort poussé par Briot, dont il devait, bien peu d'années après, devenir le gendre, et qui, par manière de plaisanterie, lui reprocha souvent de lui avoir échappé ; la Physique l'emporta, mais la trace de la forte culture mathématique de Mascart se retrouva plus tard dans toutes ses œuvres, et leur donna une vigueur que n'atteindront jamais les expérimentateurs purs.

Agrégé des Sciences physiques en septembre 1861, Mascart aurait pu obtenir immédiatement une nomination dans l'enseignement secondaire ; c'était l'avenir assuré, avec une carrière honorable et régulière. Mais l'ambition des études et des recherches personnelles était venue au jeune normalien, au contact et à l'exemple journalier de ces maîtres dont c'était là toute la vie et toute la passion. Une situation modeste de préparateur d'Histoire naturelle (!) lui permit de rester à Paris, et lui assura le loisir nécessaire pour préparer une thèse, en même temps que les Laboratoires de l'Ecole lui en donnaient les ressources matérielles. Le 2 juillet 1864, il était reçu docteur, et à peine quinze jours après, il épousait Mlle Briot, qui fut pendant quarante-quatre ans l'admirable compagne d'une vie toute de labeur et de science.

Nommé au Lycée de Metz en septembre 1864, Mascart ne put se résoudre à abandonner pour longtemps ses travaux; dès 1865, il prenait un congé sans traitement et revenait à Paris poursuivre ses recherches sur la lumière; une suppléance à l'École Normale de son maître Verdet, qui dura quelques mois, contribua à le mettre en relief; au mois de septembre 1866, il était nommé professeur au Collège Chaptal; après avoir passé successivement au Lycée Napoléon et au Lycée de Versailles, il quittait définitivement l'enseignement secondaire pour entrer en décembre 1868 au Collège de France comme suppléant de Régnault.

Ces quelques années furent marquées par un incident qu'il n'est pas sans intérêt de rapporter ici : le grand homme d'État que fut Thiers avait

l'innocente prétention d'être universel en toutes choses; les anecdotes abondent à ce sujet[1] :

Un jour, parlant d'un homme élevé à une haute fonction : « Il n'est pas plus fait pour cet emploi que moi pour être pharmacien... et encore, ajoutait-il en se reprenant, moi, je sais la Chimie ! »

Si Thiers savait la Chimie, — et même la Physique, — c'est à Mascart qu'il le devait. De 1867 à 1870, il voulut consacrer aux sciences les loisirs que lui laissait la politique; c'est à Mascart qu'il s'adressa pour cela; il trouvait à l'École Normale et des conseils éclairés et des expériences intéressantes; il aimait à fixer lui-même le programme de son travail et ne se contentait pas facilement. Voici quelques lettres de ce temps-là :

« Mon cher monsieur Mascart, écrit-il le 5 janvier 1867, j'irai vous joindre à l'École Normale pour continuer mes études avec vous... Je voudrais refaire l'expérience de l'ébullition (variable avec la pression) d'une manière différente, par exemple... en faisant le vide par la machine pneumatique. Je voudrais poursuivre l'étude des corps simples autres que l'oxygène et l'hydrogène, et tels que l'azote, le soufre, le chlore, le phosphore, le carbone, etc., mais bien entendu partie seulement de tout cela et en suivant une marche méthodique. »

« Mon cher monsieur Mascart, Demain lundi à 3 heures, je serai à l'Ecole Normale. Nous travaillerons sur le carbone, et, s'il nous reste du temps, sur l'iode, le silicium, l'arsenic. Je voudrais bien revoir l'expérience du carbure d'hydrogène combiné avec le chlore. Mardi, j'aurai la séance que M. Sainte-Claire Deville m'a promise sur les grands moyens de produire le calorique et de l'appliquer aux métaux. »

Les dernières de ces lettres, par leurs dates, ont presque un intérêt historique; les voici :

« 1er *juillet* 1870. Mon cher monsieur Mascart, J'ai été si occupé cette semaine que je n'ai pu vous donner signe de vie. Lundi ou mardi, je serai tout à vous. Lundi, nous travaillerons sur le carbone, le soufre, le phosphore, le calcium, l'aluminium; mardi sur l'Electricité, et puis nous prendrons jour pour la semaine suivante. »

« 11 *juillet* 1870. Mon cher monsieur Mascart, Les événements sont si graves qu'il m'est impossible de quitter la Chambre demain. Je crains de ne pas le pouvoir mercredi, mais jeudi je suis à peu près sûr d'être libre. En tout cas, je vous préviendrai. Ainsi, à jeudi. »

Ainsi, au début de cette semaine fatale où des événements irréparables devaient s'accomplir, Thiers songeait encore à s'occuper de Physique et de Chimie, et le jeudi qu'il fixait comme rendez-vous au Laboratoire de l'École Normale devait être le jour, désormais historique, où le roi Guillaume rompait les négociations avec notre ambassadeur!

La guerre vint bouleverser, pour Mascart comme pour tant d'autres, ce brillant commencement de carrière scientifique. Dès le 24 août, il partait à l'improviste pour faire une tournée d'examens d'admission à l'École d'Arts et Métiers d'Aix. C'est au cours de cette tournée qu'il apprit les événements du 4 septembre. Tous ceux qui, même à travers les ignorances de l'enfance, ont entrevu cette époque, se souviennent du magnifique élan avec lequel tous les hommes de cœur apportèrent leur activité et leur dévouement au Gouvernement de la Défense nationale, et, sans quitter le monde scientifique, que de noms nous pourrions citer! Mascart fut parmi ceux-là; au milieu de la désorganisation générale, tout manquait à la fois; Mascart, ce normalien, cet universitaire qui jusque-là avait passé sa vie au Laboratoire, uniquement préoccupé des calmes problèmes de la Science pure, se vit à l'improviste chargé d'organiser une capsulerie à Bayonne! Ce fut une période où se révélèrent ses qualités maîtresses, qu'il devait plus tard porter à un si éminent degré.

« Je continue à être très occupé, écrit-il deux jours après son arrivée à Bayonne, le 26 octobre 1870; je fais menuiser et maçonner, j'achète pour des sommes folles; bref, j'installe à grands frais une fabrique qui ne marchera peut-être pas, si nous avons la paix sans tarder. »

Un peu plus tard, le 6 novembre, il écrit :

« Il n'y a pas quinze jours que nous avons commencé à bâtir, et nous *produisons* avant un établissement parallèle qui s'est installé à Toulouse et qui avait sous la main tous les outils que nous avons été obligés de fabriquer de toutes pièces. »

Bientôt tout est prêt, et Mascart se trouve à la tête de 150 ouvriers; les difficultés, les émotions même ne manquèrent pas : un jour, le feu prit dans la fabrique; il y avait près de là 300 kilog. de fulminate à l'état sec; Mascart, presque seul, éteignit l'incendie et conjura le danger; il le fit, comme il faisait toute chose, simplement et en silence : personne ne se douta de la terrible catastrophe qui aurait pu se produire; ce furent là ses débuts dans l'industrie; il devait s'en souvenir toujours plus tard, et il n'est pas téméraire de penser que ce brusque contact avec la vie pratique eut une profonde influence sur toute sa carrière.

La guerre finie, Mascart reprit, avec la suppléance de Régnault au Collège de France, ses travaux scientifiques; la chaire devait bientôt devenir vacante par la retraite de l'illustre physicien, que la mort tragique de son fils venait de frapper si douloureusement; Mascart se porta candidat et, le 6 mai 1872, il fut présenté en première ligne par l'Académie des Sciences, au second tour de scrutin, par 27 voix contre 26 à Janssen; il devait occuper cette chaire jusqu'à la fin de sa carrière.

Quelques années plus tard, en 1878, un décret décidait la création, en France, d'un Bureau Central Météorologique; sur la proposition de Sainte-Claire

[1] Hanotaux : *Histoire de la France contemporaine*, t. I, p. 54.

Deville, de Dumas et d'Hervé-Mangon, Mascart en était nommé directeur. Il occupa ce poste pendant près de vingt ans.

Enfin, le 5 décembre 1884, il était, presque à l'unanimité des suffrages, élu membre de l'Académie des Sciences en remplacement de Jamin, devenu secrétaire perpétuel.

I

Les premiers travaux de Mascart, à sa sortie de l'École Normale, portèrent sur l'Optique ; l'Electricité, à laquelle plus tard devait surtout s'attacher son nom et dont les progrès lui doivent tant, était alors peu en honneur en France, et c'est surtout en Allemagne et en Angleterre qu'elle recevait ses principaux développements ; au contraire, l'Optique, depuis l'admirable impulsion que lui avait donnée Fresnel en créant, presque à lui seul, tout le corps de doctrine qui constitue la théorie des ondulations, n'avait jamais cessé d'être pour beaucoup de physiciens français une science de prédilection. D'ailleurs, l'étude de la lumière venait d'entrer en possession d'un domaine nouveau, grâce aux belles découvertes de Frauenhofer et de Kirchhoff : l'existence, dans le spectre solaire, d'un système extrêmement complexe de raies obscures, la coïncidence signalée par Kirchhoff, puis expliquée par lui au moyen d'une hypothèse hardie, entre ces raies obscures et les raies brillantes fournies par l'observation spectroscopique des vapeurs métalliques incandescentes, donnait un grand intérêt aux mesures précises effectuées dans cette partie, encore peu explorée de la Science; déjà Frauenhofer, à peine découvertes les raies obscures du spectre solaire, en avait mesuré les longueurs d'onde dans un travail qui est demeuré un modèle de précision et de rigueur; mais l'étude du spectre ultra-violet, découvert par les anciennes observations de Scheele et de Wollaston, était beaucoup moins avancée; par analogie, on avait bien vite soupçonné l'existence, dans ces régions obscures du spectre solaire, de raies inactives, analogues aux raies obscures du spectre visible; et ces raies avaient été mises en évidence par Helmholtz, Ed. Becquerel et Stokes, soit par l'observation directe (l'œil pouvant, dans des circonstances exceptionnelles, aller très loin au delà du violet), soit par les phénomènes photochimiques, soit par les phénomènes de phosphorescence et de fluorescence; mais aucune mesure précise, comparable à celle de Frauenhofer, n'avait encore été faite, et Kirchhoff pouvait écrire : « La résolution de ces bandes confuses me paraît présenter le même intérêt que la résolution des nébuleuses du firmament et la connaissance exacte du spectre solaire ne me semble pas offrir une importance moindre que l'étude des étoiles fixes. »

C'est à ces questions difficiles que Mascart s'attaqua d'abord, et c'est là qu'il trouva la matière d'une thèse qui devait, du premier coup, le mettre hors de pair; son but était d'atteindre, dans la mesure des indices de réfraction et des longueurs d'onde des raies du spectre invisible, une précision comparable à celle que Frauenhofer avait obtenue dans l'étendue du spectre visible; renonçant aux procédés d'observation directe de Helmholtz, procédés pénibles, ne s'appliquant pas à toutes les vues, et ne donnant les raies inactives que sous forme de bandes plus ou moins confuses; renonçant également à l'utilisation de la fluorescence, qui ne permet pas une précision suffisante, Mascart adopta, comme l'avait déjà fait Ed. Becquerel et quelques physiciens, les procédés photographiques; mais on peut juger de la perfection qu'il leur apporta si l'on remarque qu'il fit passer de 70 à 700 le nombre des raies inactives du spectre solaire connues au delà de la raie H, la dernière du spectre visible, et étendit nos connaissances du spectre ultra-violet dans une région supérieure à celle du spectre visible. La méthode consiste à employer un spectroscope à lentilles de quartz et à prisme de quartz ou de spath et à en remplacer l'oculaire par une petite plaque photographique placée au foyer de l'objectif, dans le plan où se forme l'image réelle du spectre que l'on veut étudier; les difficultés sont nombreuses : il faut opérer de proche en proche, la plaque n'enregistrant à chaque opération qu'une faible étendue du spectre; il faut, par des tâtonnements successifs, mettre au point l'image des rayons invisibles qui, à chaque déplacement de la lunette d'observation, se déplace par suite des variations de l'indice des rayons de plus en plus réfrangibles; il faut enfin, par des mesures micrométriques effectuées au microscope, raccorder toutes ces images les unes aux autres pour arriver à dessiner le spectre complet; si l'on ajoute à cela qu'à l'époque où ces mesures ont été faites, il n'existait pas encore de plaques au gélatino-bromure et que toutes les opérations durent être effectuées au moyen du collodion sensibilisé à l'iodure d'argent, on jugera de toutes les difficultés de la tâche entreprise; Mascart les surmonta toutes et put donner, comme conclusion de la première partie de son travail, les indices de réfraction ordinaires et extraordinaires dans le quartz et dans le spath, c'est-à-dire dans deux milieux parfaitement bien définis et peu absorbants pour les radiations ultra-violettes, des principales raies du spectre solaire jusqu'à la raie R (et même S et T pour l'indice ordinaire du spath) : Rudberg s'était arrêté à la raie H, la dernière du spectre lumineux.

Ces constantes une fois définies, il fallait les rap-

procher des valeurs exactes des longueurs d'onde des mêmes rayons; par là, tout observateur, dans l'avenir, pourrait se dispenser de la mesure des longueurs d'onde et les remplacer par des mesures d'indices ou inversement; à l'exemple de Frauenhofer, Mascart utilisa pour cette détermination le phénomène des réseaux, et c'est surtout dans cette partie de son travail que se révélèrent ses qualités maîtresses, un sens très aigu, et bien rare chez un débutant, de la métrologie de précision et des méthodes expérimentales. J'en trouve la preuve dans le fait suivant : comme instrument de travail, Mascart a uniquement entre les mains, outre l'excellent goniomètre de Brunner dont nous avons parlé plus haut, un réseau de Nobert dont chaque intervalle valait environ 2,2 millièmes de millimètre, ce qui, d'après les formules bien connues, permettait d'espérer une précision de l'ordre du dix-millième dans les mesures relatives des longueurs d'onde. Mais, dès les premières observations, il est arrêté par un phénomène inattendu : les spectres obtenus sont absolument confus et ne permettent aucune mesure précise ; c'est à peine si les raies sont visibles. Tout autre eût renoncé à l'emploi d'un instrument qui, au premier abord, paraissait si défectueux; Mascart, au lieu d'écarter ce phénomène embarrassant, résolut de l'aborder de front et de l'étudier en détail : au moyen de la lumière simple du sodium, il reconnut que, pour une cause qu'il ne s'arrêta pas à rechercher, le réseau en question donnait, au lieu du spectre normal ordinaire, trois spectres différents : l'un régulier, α; le second, irrégulier, β, se produisant presque dans le même plan que le premier : c'est le mélange de ces deux spectres, inégalement déviés et presque au point en même temps, qui amenait la confusion signalée plus haut; et enfin un troisième spectre γ, irrégulier lui aussi, mais se produisant à une distance très différente des deux premiers; pour observer ce spectre d'un côté de la normale, il fallait tirer l'oculaire de la lunette, et de l'autre côté l'enfoncer, de sorte que d'un côté le réseau se comportait comme une lentille divergente, et de l'autre comme une lentille convergente de même distance focale : ce spectre irrégulier, se formant à une distance très différente de α et de β, pouvait être mis au point séparément avec la plus grande netteté, et les mêmes phénomènes s'observaient pour les spectres d'ordre supérieur. C'est ce spectre irrégulier γ que Mascart résolut d'utiliser pour ses mesures; comme il ne recherchait que les valeurs relatives des longueurs d'onde, il suffisait de vérifier, par des mesures faites dans le spectre visible, que les déviations dans le spectre γ suivaient les mêmes lois que dans le spectre normal; c'est ce qu'il fit en utilisant les raies brillantes de dix métaux convenablement choisis; assuré ainsi de la confiance que l'on pouvait accorder même à ces mesures faites sur un spectre irrégulier, il procéda aux mesures définitives.

Si nous avons insisté sur ce point, qui n'est qu'un détail, c'est qu'il montre sur le vif la différence profonde qui existe entre l'observateur vulgaire et l'expérimentateur qui a le sens des mesures physiques : observer un phénomène anormal et inattendu, en étudier les lois, puis l'utiliser pour des mesures de haute précision, est évidemment le fait d'un esprit supérieur. On peut s'étonner que Mascart n'ait pas cherché à expliquer ces anomalies ; pour qui l'a connu plus tard, la chose est toute naturelle et le peint tout entier : chercher une explication serait s'attarder en chemin et s'écarter du but poursuivi ; or, le but seul importe : cesser un seul instant d'y porter les yeux, d'y tendre et de s'en rapprocher serait une marque de faiblesse ; Mascart ne s'y abandonne pas, et ce sera là la règle de toute sa vie. Aussi n'est-ce que beaucoup plus tard que Cornu, esprit élégant et curieux, reprit cette question et en trouva l'explication dans les irrégularités systématiques de la répartition des traits du réseau provenant des irrégularités correspondantes de la vis de la machine à diviser qui a servi à la tracer : on sait que ce fut l'origine de l'un de ses beaux Mémoires sur les anomalies focales des réseaux.

Outre ce phénomène, et bien plus importante que lui, Mascart découvrit une propriété fondamentale des réseaux, qui est demeurée classique depuis : je veux parler de la propriété du minimum de déviation ; lorsque, le faisceau incident restant fixe, on fait tourner simultanément le réseau et la lunette d'observation, la déviation passe par un minimum au moment où le réseau forme le plan bissecteur entre le faisceau incident et le faisceau diffracté; à ce moment, et à ce moment seulement, la source virtuelle des rayons diffractés est à la même distance du réseau que la source réelle qui a donné naissance aux rayons incidents : on reconnaît là une propriété en tout semblable à celle du minimum de déviation dans les prismes. On sait que ces conditions d'expérience sont particulièrement favorables aux observations spectroscopiques.

Les résultats de ce travail considérable se résument en deux tableaux : l'un qui donne les longueurs d'onde des principales raies brillantes de dix métaux, l'autre qui donne les longueurs d'onde des principales raies obscures ou inactives du spectre solaire lumineux ou ultra-violet jusqu'à la raie R. Toutes ces valeurs sont relatives et calculées en prenant le nombre de Frauenhofer, 0,5888, pour la longueur d'onde de la raie D. La connaissance de la valeur absolue de cette longueur d'onde

eut entraîné à comparer au mètre étalon les micromètres dont on avait à faire usage; c'est là un travail considérable que Mascart n'aborda pas : on sait qu'il faut arriver aux travaux modernes de MM. Michelson, Benoît, Pérot et Fabry, etc., pour trouver la solution de cette question.

L'extension donnée par Mascart aux mesures d'indices et de longueurs d'onde l'amena naturellement à confronter avec l'expérience les différentes formules de dispersion données jusqu'alors par les mathématiciens. On connaît la formule classique de Cauchy, d'après laquelle l'indice de réfraction pourrait être développé suivant les puissances paires croissantes de l'inverse de la longueur d'onde; Briot avait montré que cette formule peut être retrouvée par une théorie moins sujette à la critique que celle de Cauchy, en admettant que la dispersion de la lumière est due à des inégalités périodiques dans la répartition de l'éther à l'intérieur des corps pondérables; il avait montré également que, si l'on attribuait la dispersion à une action directe des molécules pondérables sur le mouvement de l'éther, on serait amené à représenter l'indice par un développement suivant les puissances paires croissantes de la longueur d'onde, résultat évidemment contraire à l'expérience.

Mascart eut l'idée de combiner les deux théories, en essayant une formule de la forme :

$$n = A + \frac{B}{\lambda^2} + \frac{C}{\lambda^4} + H\lambda^2,$$

et trouva que cette formule, qui, il est vrai, contient quatre constantes, représentait très exactement, et avec des différences inférieures aux erreurs d'expérience, les résultats qu'il avait obtenus.

Délivré du souci de sa thèse, Mascart n'abandonna pas l'étude du spectre : dans le but de se mettre à l'abri des critiques que pouvait amener l'emploi d'un réseau présentant les anomalies que nous avons décrites, il se procura cinq autres réseaux extrêmement parfaits, grâce auxquels il put continuer ses recherches; il étudia, par les mêmes méthodes, les spectres de l'hydrogène, du lithium, du calcium, du strontium, de l'argent, du zinc, et surtout du cadmium, dont il fit une monographie détaillée : dans ce dernier, il poussa ses mesures jusqu'à $\lambda = 0\,\mu,2217$ dans le spectre ultra-violet; on sait que cette limite du côté des faibles longueurs d'onde ne fut pas de longtemps dépassée : Cornu atteignit 0,1852 dans le spectre de l'aluminium, et ce n'est que beaucoup plus tard que Lénard et Schumann purent mettre en évidence des radiations de $0\,\mu,1$ au moyen de spectroscopes composés uniquement de spath fluor, et placés dans le vide, ces radiations à courte longueur d'onde étant extrêmement absorbables par l'air.

Le Mémoire de Mascart fut présenté à l'Académie des Sciences pour le concours du Prix Bordin de 1866, avec l'épigraphe : *La simplicité des méthodes est une garantie de la précision des mesures*; les commissaires étaient Pouillet, Ed. Becquerel, Foucault, Regnault et Fizeau : ce fut ce dernier qui fit le Rapport; il apprécia le travail qui lui était présenté comme « le plus approfondi et le plus satisfaisant qui ait été fait depuis Frauenhofer relativement aux longueurs d'onde des divers rayons qui composent la lumière ». Le prix lui fut décerné à l'unanimité.

Au cours de ces recherches, dont le but principal était les mesures d'indices et de longueurs d'onde, Mascart fut amené à faire plusieurs observations intéressantes, dont quelques-unes auraient pu devenir le point de départ d'un travail nouveau : étudiant le spectre d'émission du potassium dans l'arc électrique, il observa le renversement spontané de la raie A; on sait en quoi consiste ce phénomène : dans certaines conditions de température et de densité, les raies brillantes d'émission des vapeurs métalliques se transforment en raies sombres sur fond brillant; ce phénomène, qui d'ailleurs peut rentrer dans les idées générales de Kirchhoff, avait été découvert par Fizeau dans le cas du sodium; Mascart l'observa sur la raie la moins réfrangible du potassium en volatilisant ce métal dans l'arc; on sait comment, quelques années plus tard, Cornu donna une extension considérable à cette étude des raies spontanément renversables.

Il en est de même de l'étude de la périodicité de certains groupes de raies spectrales, qui a pris aujourd'hui une si grande importance. Mascart fut le premier observateur qui signala l'existence de trois *triplets* dans le spectre du magnésium; il en tira la conclusion suivante : « N'est-il pas naturel d'admettre que ces groupes de raies semblables sont des harmoniques qui tiennent à la constitution moléculaire des gaz lumineux? » L'avenir devait montrer que, si cette conception du phénomène était trop simple, le phénomène lui-même par son extension devait devenir un des plus significatifs dans le domaine de la spectroscopie.

Enfin Mascart, étudiant les observations de Helmholtz, montra que, pour certaines vues, et en particulier pour les vues myopes, le spectre ultra-violet pouvait être visible (spectre lavande de Herschell) sur une étendue six ou sept fois plus grande que le spectre lumineux : on peut apercevoir jusqu'à $\lambda = 0^{\mu},213$.

Ces longues études sur le spectre avaient donné à Mascart une grande expérience des phénomènes lumineux; il était donc tout prêt à aborder de nouveaux travaux du même genre lorsque l'Académie

mit au concours, pour le Grand Prix des Sciences mathématiques de 1870, le sujet suivant : « Rechercher expérimentalement les modifications qu'éprouve la lumière dans son mode de propagation et ses propriétés par suite du mouvement de la source lumineuse et du mouvement de l'observateur. » Cette question, l'une des plus difficiles et des plus complexes de l'Optique, a une histoire singulière, qui mérite d'être rappelée en quelques mots.

Arago, en 1810, fit l'observation suivante : Si l'on mesure la déviation imprimée par un prisme achromatisé à la lumière qui vient d'une étoile, on observe exactement la même déviation, soit que l'on ait choisi une étoile vers laquelle la Terre marche, soit que l'on ait choisi une étoile de laquelle la Terre s'éloigne. Cette expérience fondamentale s'expliquait mal dans la théorie de l'émission; dans une lettre célèbre adressée à Arago en septembre 1819, Fresnel tenta d'en donner l'explication dans la théorie des ondulations au moyen de son hypothèse hardie de l'entraînement partiel des ondes lumineuses par les corps en mouvement : il montra que, pour une lumière d'une longueur d'onde donnée, il y a bien, en réalité, un changement dans la déviation (augmentation dans un cas, diminution dans l'autre), mais que ce changement est compensé par un phénomène analogue à l'aberration qui impose à la lunette d'observation un changement précisément égal et de signe contraire, en sorte que, dans aucun cas, une telle expérience ne peut mettre en évidence le mouvement de la Terre; la déviation est toujours la même que si le prisme était immobile; c'est bien la conclusion de l'expérience d'Arago.

Le phénomène paraissait donc suffisamment bien éclairci, lorsque survint la découverte du fameux principe de Döppler, précisé par Fizeau; on sait en quoi consiste ce principe, dont chacun peut observer les conséquences dans le cas des ondes sonores : lorsqu'une source périodique (sonore ou lumineuse) et un observateur éprouvent un déplacement relatif, que ce déplacement soit d'ailleurs dû au mouvement de la source, au mouvement de l'observateur ou à tous les deux combinés, la longueur d'onde apparente du mouvement qui arrive à l'observateur est modifiée : elle est augmentée s'il y a éloignement, diminuée s'il y a rapprochement. Mascart se posa dès lors la question suivante : « Dans l'explication par Fresnel de l'expérience d'Arago, est-ce la longueur d'onde réelle ou la longueur d'onde apparente du mouvement qui frappe le prisme qu'il faut faire intervenir ? »

Si, comme semblait le croire Fresnel, c'était la longueur d'onde réelle, on arrivait à une conséquence bizarre, bien peu probable à priori, mais non impossible : en observant sur la Terre une source lumineuse terrestre, on peut se placer dans deux situations différentes : on peut (l'influence du mouvement de rotation de la Terre étant négligeable) s'arranger de manière que la lumière chemine dans le même sens que la Terre sur son orbite, ou en sens inverse; dans le premier cas, en vertu du principe de Döppler, la longueur d'onde réelle de la lumière qui tombe sur les appareils d'observation est diminuée; dans le second cas, elle est augmentée; si donc c'est cette longueur d'onde qui intervient, on doit, en recevant cette lumière sur un prisme, observer, suivant les cas, un changement dans la déviation; on pourrait donc, conséquence bien paradoxale, mettre en évidence non seulement le mouvement de la Terre sur son orbite, mais encore le mouvement absolu de la Terre dans l'espace; ou inversement, si l'on n'observe pas de différence dans les déviations, c'est la longueur d'onde apparente qui intervient, et alors l'expérience d'Arago, convenablement disposée, devrait donner un changement de déviation, changement non observé par lui, ainsi qu'il a été dit plus haut.

Tel est le dilemne extrêmement intéressant qui sert de point de départ au travail de Mascart. Hâtons-nous d'ajouter que Fizeau, précisément dans le Rapport qu'il présenta à l'Académie des Sciences sur le Mémoire de Mascart, fit remarquer que, telle qu'elle avait été faite, l'expérience d'Arago devait bien donner le résultat trouvé : Arago, en effet, opérait avec un prisme *achromatisé*, c'est-à-dire qui, par définition, donne des déviations indépendantes de la longueur d'onde; le choix de la longueur d'onde à faire intervenir dans la théorie de Fresnel devenait donc indifférent, et, en tout état de cause, la déviation observée dans tous les cas devait être la même que si le prisme était immobile. Il n'en reste pas moins vrai que, si, au lieu de recevoir sur un prisme achromatisé la lumière blanche d'une étoile, on mesurait, à travers un prisme ordinaire, la déviation imprimée à une raie déterminée du spectre, on obtiendrait des résultats différents suivant que la Terre s'approcherait de l'étoile ou s'en éloignerait : c'est à Mascart que l'on doit d'avoir mis nettement en évidence cette conséquence du principe de Döppler combiné avec l'hypothèse de Fresnel sur l'entraînement des ondes.

Ces difficultés, et bien d'autres du même genre, donnaient un haut degré d'intérêt à une étude d'ensemble sur l'influence que peut exercer le mouvement de la Terre sur les différents phénomènes lumineux; ce fut ce travail considérable que Mascart entreprit et dont il exposa les résultats dans deux très importants Mémoires, les plus puissants peut-être de toute sa carrière scientifique, insérés aux *Annales de l'École Normale* de 1872 et 1874.

Pour étudier les variations possibles de la dévia-

tion à travers un prisme, Mascart utilisa deux grands appareils, installés sur des piliers en maçonnerie, dans les caves de l'Ecole Normale, à une température très constante de 12° environ. L'un était installé à poste fixe, le collimateur étant dirigé vers l'ouest, de sorte qu'en faisant des observations à midi et à minuit, les rayons incidents pouvaient se propager dans deux sens opposés par rapport au mouvement de la Terre. L'autre appareil était monté sur une plaque tournante qui permettait de lui donner alternativement deux directions opposées : les observations, répétées un grand nombre de fois, montrèrent que le changement de déviation, s'il existe, est absolument inappréciable, et, d'après la précision des mesures, on pouvait affirmer qu'un déplacement vingt fois plus faible que celui qu'indique la formule de Fresnel ne serait pas passé inaperçu. Ce fut ce résultat négatif qui amena Mascart, comme nous l'avons vu, à modifier la formule de Fresnel, ou plutôt la signification des lettres qui y entrent; cette formule est, comme on le sait, la suivante : si on désigne par V la vitesse des ondes lumineuses dans un milieu en mouvement dont la vitesse u s'éloigne de la source, U la vitesse de la lumière dans le milieu supposé au repos, n l'indice de réfraction, on a, d'après Fresnel :

$$V = U + u\left(1 - \frac{1}{L^2}\right).$$

Mais la vitesse de la lumière dans les milieux doués de dispersion dépendant de la longueur d'onde, que doit-on prendre pour U? Est-ce la vitesse correspondant à la longueur d'onde réelle de la lumière qui aborde le milieu (comme le supposait Fresnel, antérieurement au principe de Döppler); est-ce la vitesse de la lumière correspondant à la longueur d'onde apparente du mouvement vibratoire qui frappe la première face du milieu en mouvement? On a vu qu'en adoptant cette deuxième hypothèse, Mascart a pu à la fois interpréter ses propres expériences et prévoir le résultat que donnerait l'expérience d'Arago correctement interprétée.

On voit combien l'intervention des milieux pondérables dans ces questions les complique; les phénomènes de réflexion et de diffraction, étant indépendants de ces milieux, semblent d'un abord plus facile : c'est par eux, en effet, que Mascart avait débuté.

Lorsqu'on reçoit sur un réseau un faisceau de lumière parallèle, il se forme un système régulier d'ondes planes diversement déviées auxquelles on a donné le nom d'ondes paragéniques; la déviation de l'un de ces systèmes, du premier par exemple, dépend de la longueur d'onde de la lumière incidente; on conçoit donc que la déviation change avec la valeur apparente de cette longueur d'onde, c'est-à-dire avec le mouvement du réseau vers la source ou à partir de la source; le sens du phénomène est tel[1] que le changement de direction apparent du déplacement de la lunette s'ajoute au changement produit par le mouvement du réseau, en sorte que la compensation n'a plus lieu comme dans l'expérience d'Arago. Ce raisonnement, dû à Babinet, permettait donc d'espérer que l'on pourrait ainsi mettre en évidence le mouvement de la Terre.

Mascart tenta l'expérience un grand nombre de fois et dans les conditions les plus variées, soit avec des sources terrestres, soit avec la lumière solaire réfléchie sur un miroir et cheminant tantôt dans le sens du mouvement de la Terre, tantôt en sens inverse : les mesures, exécutées avec la plus extrême précision, ne donnèrent aucun résultat; un changement très inférieur à celui que prévoit la théorie de Babinet n'aurait pas pu passer inaperçu; quelque circonstance devait donc fausser cette théorie.

En analysant ces circonstances, Mascart reconnut que l'explication du phénomène devait se trouver dans la réflexion de la lumière solaire sur le miroir employé pour faire changer sa direction, et il arriva à conclure : qu'un miroir entraîné par la Terre et réfléchissant la lumière solaire, dont par conséquent le mouvement est sensiblement normal aux rayons incidents, se comporte, pour chaque radiation, comme une source terrestre de même longueur d'onde; cette hypothèse fut vérifiée par des expériences directes, en comparant, dans le même spectroscope à réseau, les positions occupées par la raie D de la lumière solaire réfléchie sur un miroir, et de la raie D du sodium; les deux raies coïncident toujours exactement; l'expérience, d'ailleurs, peut être réalisée avec une précision d'autant plus grande qu'on peut, pour la seconde lumière, utiliser le renversement spontané de la raie D dont nous avons parlé plus haut, en utilisant comme source un arc jaillissant entre deux électrodes de sodium : les deux raies apparaissent alors sous forme de traits noirs sur fond brillant, et leur coïncidence peut être vérifiée très exactement.

Dès lors, la théorie de Babinet était en défaut, puisque cette théorie suppose que la longueur d'onde de la lumière qui tombe sur le réseau est indépendante du sens de la propagation de cette lumière par rapport au mouvement de la Terre; si on voulait réellement, par ce moyen, mettre en évidence le mouvement de la Terre, il faudrait employer non pas la lumière du Soleil réfléchie par un miroir, mais la lumière directe d'une étoile, comme dans l'expérience d'Arago : mais cette

[1] Cela provient essentiellement de ce que dans un prisme la déviation est une fonction décroissante et dans un réseau une fonction croissante de la longueur d'onde.

lumière est si faible que l'emploi d'un réseau devient presque irréalisable.

Ainsi, dans le cas de deux des phénomènes les plus importants de l'Optique, réfraction et diffraction, l'expérience, d'accord avec une théorie convenablement interprétée, était purement négative; en aucun cas, le mouvement de la Terre ne pouvait être mis en évidence.

Les expériences purement négatives, quelle que soit leur importance, ont quelque chose de sévère et de rebutant, capable de décourager les esprits les mieux trempés; il faut admirer la force d'âme d'un Mascart, qui, prévoyant le résultat vers lequel il marchait, s'imposa un travail de plusieurs années, souvent pénible, toujours difficile, pour démontrer que *certains phénomènes n'existaient pas* : outre les phénomènes de diffraction et de réfraction dont nous avons parlé, Mascart étudia successivement les phénomènes de double réfraction rectiligne et de double réfraction circulaire, les anneaux de réflexion, les anneaux de transmission, les anneaux des lames mixtes; dans tous les cas, l'influence du mouvement de la Terre se montra rigoureusement nulle. Les deux Mémoires de 1872 et de 1874, publiés aux *Annales de l'Ecole Normale Supérieure*, qui contiennent les résultats de ces longues recherches, ont tous les caractères d'une œuvre classique et resteront la base des recherches ultérieures dans ce domaine difficile : l'Académie des Sciences en reconnut la haute importance : dès 1872, un encouragement était accordé à Mascart, et en 1874, sur le rapport de Fizeau, le Grand prix des Sciences mathématiques lui était décerné.

Nous en aurons fini avec les grands Mémoires d'Optique de Mascart lorsque nous aurons signalé son travail sur les *indices de réfraction des corps gazeux*. Après quelques essais peu satisfaisants, il abandonna bien vite la méthode de la déviation prismatique, susceptible d'une trop faible précision, pour recourir à une méthode interférentielle : on sait que, si, dans un spectroscope ordinaire, l'on sépare en deux parties, au moyen d'une bilame de Fizeau, le faisceau de rayons parallèles qui sort du collimateur, puis qu'on les réunisse au moyen d'une bilame analogue avant leur entrée dans le système prismatique, si, de plus, sur l'une des moitiés du faisceau ainsi divisé on établit un retard, on observe un spectre sillonné de cannelures sombres qui ont reçu le nom de bandes de Talbot; ce phénomène présente d'ailleurs une dissymétrie singulière : les franges n'apparaissent que si le plus grand retard se produit sur la moitié du faisceau qui est la plus voisine de l'arête des prismes. La méthode consiste alors à placer, sur le trajet de chacun des deux faisceaux parallèles dont il a été question plus haut, deux longs tubes, fermés par des glaces et contenant le gaz étudié. Si on fait lentement varier la pression dans l'un de ces tubes, on voit passer, en un point déterminé du spectre, un nombre de franges proportionnel à la variation d'indice du gaz étudié. Par des mesures de ce genre, Mascart reconnut que l'excès de réfraction du gaz, c'est-à-dire la quantité $n - 1$, ne varie pas proportionnellement à la pression, c'est-à-dire que le rapport $\frac{n-1}{p}$ n'est pas constant : il augmente légèrement avec la pression; on peut le représenter par une formule de la forme :

$$\frac{n-1}{p} = a(1 + bp).$$

D'autre part, les expériences de Régnault avaient montré que la densité d'un gaz, elle aussi, n'est pas rigoureusement proportionnelle à la pression, et peut être représentée par une formule de la forme :

$$\frac{d}{p} = a'(1 + b'p).$$

Mascart eut l'idée de comparer les coefficients b et b'; il observa qu'ils sont sensiblement égaux, et, circonstance frappante, qu'ils changent de signe en même temps (ils sont négatifs pour l'hydrogène); il en conclut que, « dans les limites d'exactitude des observations, il semble que la réfraction d'un gaz est sensiblement proportionnelle à son poids spécifique ».

Mascart appliqua ensuite la même disposition expérimentale pour déterminer le pouvoir dispersif de différents gaz ou vapeurs.

La méthode est intéressante : on forme un spectre cannelé avec de la lumière blanche et on lui superpose un spectre de raies, par exemple au moyen d'une étincelle éclatant entre pointes de cadmium; on compte le nombre de bandes comprises entre deux raies de longueurs d'onde connues λ et λ'; on fait varier la pression dans l'un des tubes, puis on compte de nouveau le nombre analogue; le calcul permet, en utilisant les expériences précédentes, d'en déduire le pouvoir dispersif du gaz sans être obligé de s'astreindre à compter le nombre des bandes qui passent. Mascart put ainsi déterminer pour différents gaz et vapeurs le coefficient b de la formule de Cauchy :

$$n - 1 = a\left(1 + \frac{b}{\lambda^2}\right)$$

qui caractérise la dispersion du gaz considéré. Il trouva ainsi que certains gaz (le protoxyde d'azote, le cyanogène) présentent une dispersion plus grande que celle de l'eau.

Les autres travaux de Mascart en Optique, fort

nombreux, ne donnèrent plus lieu à des Mémoires étendus; citons, en particulier, la polarisation par diffraction, la théorie des franges de Brewster et de Jamin, l'étude du passage de la réflexion vitreuse à la réflexion métallique par l'emploi de couches d'argent d'épaisseurs croissantes, l'application de franges de Talbot à la mesure de la compressibilité de l'eau, la démonstration de l'équivalence entre un système quelconque de lames cristallines superposées et une lame unique, la théorie de l'arc en ciel, la discussion du principe de Huyghens, l'achromatisme des phénomènes d'interférence, l'application du spectroscope à l'étude des phénomènes d'interférence, etc.

Pendant plusieurs années, Mascart fit de l'Optique l'objet de son enseignement au Collège de France; ces leçons avaient un caractère bien particulier que n'oublieront pas ceux qui les ont suivies : même au milieu des théories les plus difficiles de l'Optique mathématique, elles restaient expérimentales; mais Mascart n'aimait pas ce qu'on est convenu d'appeler les expériences de cours, qui bien souvent sont plus brillantes que probantes ; ses expériences, ce que rendait possible le petit nombre des auditeurs, étaient de vraies expériences de laboratoire, et les phénomènes les plus rares et les plus délicats de l'Optique y étaient présentés avec une netteté parfaite : ses préparateurs se souviennent du rude labeur qu'ils avaient à les disposer et à les régler; un travail de plusieurs semaines était souvent nécessaire pour préparer l'une d'elles; c'était là une sévère école de Physique expérimentale, et les physiciens éminents qui sont sortis de ce Laboratoire, après avoir peut-être supporté avec quelque impatience ce régime sévère, reconnaissent aujourd'hui tout le profit qu'ils en ont tiré. « Quand on soumet un travail au patron, écrivait un de ses anciens élèves (cité par M. Joubert), s'il y a un point faible, il l'aperçoit de suite et vous le signale; s'il ne dit rien, c'est que ce n'est pas mal; s'il dit que ce n'est pas mal, c'est que c'est très bien. »

De tout cet enseignement est sorti un important ouvrage en trois volumes : les Leçons d'Optique, qui constituent le traité français le plus important et le plus savant que nous possédions actuellement sur ce sujet; pendant bien longtemps ce traité sera consulté par les chercheurs, qui y trouveront les documents les plus précieux et les plus complets.

II

Les travaux de Mascart en Electricité sont surtout des travaux de précision et de mesures; les plus importants sont la détermination de l'équivalent électrochimique de l'argent, et surtout la détermination absolue de l'ohm, qu'il a exécutée en collaboration avec MM. Benoit et de Nerville, et qui est comme les Mémoires d'Optique que nous avons analysés plus haut, demeurée classique. Les méthodes employées dans ce dernier travail furent successivement celles de Weber et de Kirchhoff, qui ramènent la mesure absolue d'une résistance à la mesure absolue d'une quantité d'électricité; dans la première, cette quantité d'électricité ou décharge est produite par une rotation de 180° d'une bobine connue dans le champ terrestre, dans la seconde par l'induction mutuelle de deux bobines connues l'une sur l'autre; dans les deux cas, la mesure absolue d'une résistance se ramène finalement à des mesures purement géométriques et à la mesure d'un temps qui est la durée des oscillations infiniment petites du galvanomètre balistique employé pour mesurer les décharges. Tout l'intérêt d'un pareil travail est dans l'exactitude des détails et le soin des expériences; son analyse tient en quelques lignes, mais son importance est de premier ordre. Les expériences furent exécutées à Versailles, dans le Parc du Petit-Trianon, c'est-à-dire dans des conditions exceptionnelles de calme, et à l'abri des perturbations du champ magnétique terrestre qui sont si à redouter à l'intérieur des grandes villes.

Les autres recherches importantes de Mascart portèrent sur le Magnétisme. Bien des problèmes expérimentaux restaient à résoudre après les théories mathématiques de Poisson et de ses successeurs, en particulier de Lord Kelvin; Mascart en a abordé quelques-uns. Sa méthode pour la détermination de la position des pôles d'un barreau aimanté est d'une rare élégance : elle consiste à déterminer, par la méthode du galvanomètre balistique : 1° la décharge induite dans un long solénoïde par l'aimant à étudier primitivement placé dans sa partie centrale, puis enlevé brusquement à grande distance; 2° la décharge induite dans une bobine plate placée au centre du même aimant, puis enlevée à grande distance : la première est proportionnelle au moment magnétique de l'aimant, la seconde à la quantité de magnétisme; le quotient est donc proportionnel à la distance cherchée des pôles, le coefficient de proportionnalité dépendant uniquement des constantes géométriques des bobines. Cette méthode, appliquée à plusieurs cas particuliers, donna des résultats intéressants : c'est ainsi que Mascart reconnut que l'effet de la trempe est non seulement d'augmenter le magnétisme résiduel que peut retenir un barreau d'acier, mais encore de rapprocher les pôles des extrémités ; pour un barreau de 40 centimètres environ, la distance des pôles aux extrémités est de 4 centimètres pour le barreau non trempé et de 2 centimètres pour le barreau trempé; d'autres remarques sont encore à signaler :

les chocs rapprochent les pôles des extrémités; les ruptures les en éloignent. Pour le fer doux, les pôles se rapprochent d'autant plus des extrémités que le champ magnétisant est plus intense.

Le même Mémoire contient également des recherches intéressantes sur les coefficients d'aimentation apparents des aimants courts parallèlement à leurs trois directions principales : à cause de l'existence des champs démagnétisants, qui ne sont pas les mêmes suivant la direction que l'on considère, il se présente là des propriétés analogues à celles des corps cristallisés, et ces trois coefficients d'aimantation sont inégaux ; ces considérations peuvent recevoir une application immédiate dans les observations de magnétisme terrestre pour évaluer les corrections que peut apporter aux mesures le magnétisme induit par le champ terrestre dans le barreau, dont on suppose, dans les calculs, le magnétisme absolument rigide.

Les autres travaux de Mascart en Electricité sont fort nombreux et soulèvent un grand nombre de questions intéressantes, mais ils se résument désormais en courtes Notes à l'Académie des Sciences; on sent que le temps manque pour des travaux de longue haleine. Signalons en particulier des expériences sur le débit des machines électriques et des Notes sur la théorie de la propagation de l'électricité dans les conducteurs et son application à la télégraphie, sur la théorie des courants d'induction, sur l'action de deux sphères électrisées, sur la détermination de l'ohm par la méthode de l'amortissement, sur le diamagnétisme, sur la propagation des ondes électromagnétiques, etc.

Tous ces travaux sont, comme en Optique, l'image fidèle de l'enseignement de Mascart au Collège de France; dans ce domaine encore si neuf de l'Électricité, les questions se présentent à lui en foule, et, pour les exposer à ses auditeurs, il commence par les approfondir lui-même par des recherches personnelles ; aussi n'a-t-on pas oublié le succès, d'abord du « Traité d'Electricité statique », publié en 1876, puis surtout de ces « Leçons d'Electricité et de Magnétisme » qui ont déjà fait l'éducation électrique de tant de jeunes physiciens ou ingénieurs. Le nom de Joubert est étroitement lié à celui de Mascart dans cette œuvre considérable, et la collaboration de ces deux hommes d'élite, unis par une ancienne et fidèle amitié, a quelque chose de si intime qu'il est presque impossible de discerner la part de l'un et de l'autre.

« J'ai reçu ce matin, écrit Lord Kelvin le 4 février 1882, le beau livre que vous venez de publier en collaboration avec M. Joubert sur l'Électricité et le Magnétisme, et j'ai eu le plaisir d'en couper les pages et de m'y plonger en maints endroits; je le salue comme un organe de haute valeur pour l'expansion de nos connaissances scientifiques sur ce sujet, dans une forme qui tend à la fois à l'augmentation de nos connaissances par les recherches récentes et à l'intelligence des applications pratiques de ce qui est déjà connu. »

Ce livre venait à son heure; pendant plus d'un demi-siècle, l'enseignement de l'Electricité en France en était resté aux travaux de Coulomb et d'Ampère; Verdet, il est vrai, dans son enseignement de l'École Normale, avait réagi contre cette tendance et tenté de faire connaître les travaux étrangers; mais les cours de Verdet étaient déjà bien loin, et que de travaux, que d'idées nouvelles avaient été accumulés depuis par les Maxwell, les Kelvin et les Helmholtz! C'est cette œuvre considérable que Mascart et Joubert entreprirent de fondre dans une vaste synthèse, en la reliant aux bases immortelles jetées par Coulomb, Ampère et Faraday. Ce fut avec passion que les débutants accueillirent ce livre; ils y trouvaient une réponse à leur ardent désir de connaître les théories récentes, et quelques-uns d'entre eux furent immédiatement séduits par les brillantes échappées sur la pratique que ces théoriciens ne craignaient pas de se permettre; car ce fut là un caractère original de ce livre; jusque-là, les physiciens purs tenaient dans un éloignement un peu dédaigneux les applications, et auraient cru déchoir en se mêlant à ce monde industriel qui commençait à tirer un si merveilleux parti des grands phénomènes naturels; Mascart et Joubert furent parmi les premiers à reconnaître le véritable caractère de ce mouvement et à le favoriser : savants et ingénieurs doivent leur en conserver une profonde reconnaissance.

III

On peut dire que ce ne fut qu'occasionnellement que Mascart s'occupa de Météorologie : son rôle n'y fut pas moins considérable, et le Bureau Central Météorologique, dont il a été le premier directeur, conservera la trace profonde de son passage.

Pendant bien longtemps les astronomes, Le Verrier en particulier, avaient considéré la Météorologie comme une dépendance de leurs attributions; et, ainsi que le dit Hervé-Mangon dans son premier Rapport présidentiel au Conseil du Bureau Central, « il n'eût été ni juste ni sage d'enlever à Le Verrier le Service international de Météorologie qu'il avait eu la gloire de créer dans notre pays; mais, sitôt que les circonstances l'ont permis, la réorganisation de ce Service a été mise à l'étude ». Le décret du 14 mai 1878 le rendit autonome et indépendant de l'Observatoire, et Mascart fut chargé d'en poursuivre la réorganisation; la tâche était difficile; les fonds manquaient et il fallut, la première année, avoir recours au dévouement désintéressé de plusieurs

fonctionnaires. Ce que fut l'administration intérieure de Mascart, nous n'avons pas à le rappeler ici; mais son rôle international, qui devait plus tard devenir si important dans le domaine de l'Électricité, date de cette époque, et l'on peut dire que c'est la Météorologie qui l'y engagea. Je ne puis mieux faire, pour indiquer ce rôle, que d'extraire le passage suivant du Rapport d'Hervé-Mangon que nous avons déjà cité :

« Depuis la mémorable Conférence de Bruxelles, en 1853, la France n'avait point pris part aux Conférences météorologiques internationales et n'était pas représentée au Congrès de Vienne, en 1873. Il est inutile de rappeler la cause de cet état de choses, aussi pénible pour les météorologistes français que nuisible aux progrès de la science elle-même; mais il importait, sous tous les rapports, de faire cesser ce fâcheux isolement au moment de la réorganisation de nos services. L'Exposition de 1878 offrait une occasion favorable pour entrer en relations personnelles avec les savants des autres pays. Pour atteindre ce but, la Société Météorologique de France organisa un Congrès libre de Météorologie. Un grand nombre de savants se rendirent à son appel. Les réunions générales et les réunions privées qui eurent lieu à cette occasion du 24 au 28 août furent des plus cordiales. Quelques semaines après, M. Mascart fut appelé par nos hôtes de Paris à faire partie du *Comité permanent* chargé de régler les questions courantes du Service météorologique international et de préparer la réunion du prochain Congrès officiel.

« La France, convoquée diplomatiquement, a été représentée au Congrès de Rome, ouvert le 14 avril 1879. A la fin du Congrès, M. Mascart a été réélu à l'unanimité membre du Comité permanent. La Science française a donc repris dans le Service météorologique international la place qu'elle devait naturellement y occuper. »

Le Président du Comité permanent était alors Wild, directeur du Service météorologique de Russie, qui avait lui-même succédé au Hollandais Buys-Ballot; à sa mort, Mascart fut unanimement choisi pour le remplacer, et dès lors il prit dans le monde de la Météorologie une influence prépondérante; l'obligation de prendre part aux travaux de ce Comité, qui se réunit tous les deux ou trois ans dans les différents pays d'Europe, l'amena successivement à Berne, Copenhague, Zurich, Munich, Upsal, Saint-Pétersbourg, Southport, et l'on peut présumer que cette nécessité de se mêler à des intervalles si rapprochés aux différents milieux nationaux lui fut une école de connaissance des hommes et de diplomatie scientifique. La dernière de ces réunions, en septembre 1907, eut quelque chose de tragique, et ce n'est pas sans une profonde émotion que j'en parle ici, car le hasard m'amena chez Mascart le jour même où elle avait lieu; c'était un mois après la première et subite atteinte du mal terrible qui devait l'emporter; il était à peine relevé de l'opération qu'il avait subie d'urgence et, pour reprendre quelque force, s'était retiré dans sa maison de campagne de Poissy; c'est là qu'il réunit ses collègues du Comité international et, pour la dernière fois, avec une énergie de volonté incomparable, présida à leurs délibérations; je le vis à la sortie de cette séance, et fus frappé de l'altération de ses traits : devant l'aveugle atteinte du mal physique, la force morale qui, pendant toute sa vie, avait été l'unique passion de cet homme, se lisait dans son regard et soutenait seule cette vie déjà condamnée!

Mais revenons aux débuts de Mascart dans la Météorologie. L'organisation d'expéditions polaires scientifiques fut la première œuvre internationale à laquelle il fut mêlé. Depuis longtemps, les pays étrangers s'occupaient de cette question : on peut en trouver l'origine dans l'expédition autrichienne du *Tégéthoff* à la Terre François-Joseph, qui fut organisée en 1874 par le comte de Wilczik avec Payer comme commandant et Weiprecht comme observateur. Depuis, plusieurs Conférences internationales, où la France n'était pas représentée, avaient eu lieu en différentes villes d'Europe; la dernière datait de 1879 et avait eu lieu à Hambourg. En août 1881, une autre Conférence se tint à Saint-Pétersbourg, et Mascart y fut délégué officiellement; c'était l'époque même de l'Exposition internationale et du Congrès d'Électricité de Paris, où il devait jouer un rôle si important, et l'on doit admirer l'infatigable activité de cet homme, qui, sans prendre une minute de repos, à Saint-Pétersbourg, puis à Paris, se dépensa sans compter pour assurer à la France le rôle qu'elle devait jouer dans les relations scientifiques internationales.

C'est à la suite de cette Conférence que l'Expédition française du cap Horn fut décidée et organisée par une Commission mixte formée par les Ministères de l'Instruction publique et de la Marine; Dumas la présidait, l'amiral Cloué y représentait la Marine, et Mascart, comme délégué du Ministère de l'Instruction publique, y apportait les vœux de la Conférence polaire internationale; les critiques ne lui furent pas ménagées, et Faye, le représentant respecté de l'ancienne Météorologie, *regretta* que l'Académie n'eût pas été consultée à ce sujet, soutenant que les véritables points du globe intéressants au point de vue météorologique étaient dans les régions équatoriales et non dans les régions polaires; l'expédition fut néanmoins soigneusement préparée, et des instructions précises, qui demeureront un modèle pour l'avenir, furent rédigées par M. Angot, qui est aujourd'hui l'éminent successeur de Mascart au Bureau Central Météorologique. Le but principal de l'Expédition consistait dans les observations du Magnétisme terrestre; pour préparer à ces observations les officiers qui devaient prendre part à la croisière, Mascart organisa, dès 1881, des conférences sur le magnétisme terrestre qui, en octobre 1882, de-

vinrent une véritable École de Magnétisme. Ces leçons, que Mascart reprit plus tard à l'École supérieure de Marine, furent le point de départ d'un important traité publié seulement en 1900.

Il eût été illogique d'organiser des expéditions lointaines destinées à entreprendre dans les régions polaires des observations magnétiques si la base même manquait en France; Mascart trouva cette base dans l'Observatoire du Parc Saint-Maur, qui, primitivement fondé par un particulier, M. Renou, venait, sous l'habile direction de M. Moureaux, d'être rattaché au Bureau Central. Il tendit dès lors à faire du Parc Saint-Maur un Observatoire spécialement affecté au Magnétisme terrestre, analogue au célèbre Observatoire de Kew, par exemple; sa situation isolée, que les tramways électriques ne troublaient pas encore [1], se prêtait particulièrement bien à cette organisation; ce fut à cette occasion que Mascart combina un enregistreur magnétique qui réalisait un sensible progrès sur tous ceux qui avaient été réalisés jusque-là : dans cet appareil, les trois constantes du magnétisme terrestre : déclinaison, inclinaison, composante horizontale, s'inscrivent photographiquement sur la même feuille de papier où le temps s'inscrit également; le dépouillement de ces courbes est ainsi rendu des plus aisés.

C'est aussi vers la même époque (1884) que Mascart réalisa, avec le concours de l'habile constructeur Brunner, un théodolite de dimensions extrêmement réduites et très facilement transportable, permettant l'observation en rase campagne de la composante horizontale et de la déclinaison; déjà, d'Abbadie avait combiné une boussole d'inclinaison de ce genre, et j'ai souvent entendu Mascart, qui aimait les beaux instruments, exprimer son admiration pour ces deux chefs-d'œuvre de précision qui ont grandement facilité le tracé de la carte magnétique de la France et qui sont soigneusement conservés au Parc Saint-Maur.

Parallèlement à ses enregistreurs magnétiques, Mascart combina également des enregistreurs électriques destinés à mesurer le potentiel en un point de l'atmosphère et constitués par l'ensemble d'un appareil à écoulement ou à flamme, et d'un électromètre à quadrant de modèle simplifié; c'est à cette occasion qu'il imagina pour l'emploi de cet instrument une méthode idiostatique, différente de celle de Lord Kelvin et aujourd'hui classique.

Les études concernant l'Électricité atmosphérique ont d'ailleurs toujours eu un attrait particulier pour lui; c'est ainsi qu'on lui doit de curieuses observations sur l'influence de l'électricité sur l'évaporation : une série de vases métalliques tous identiques et remplis d'eau sont en communication avec la Terre; au-dessus de ces vases sont des toiles métalliques, que, pour moitié, on met en communication avec l'un des pôles d'une machine de Holtz en activité jour et nuit; la vitesse d'évaporation est augmentée, quelquefois doublée dans ceux-ci.

Une autre expérience sur l'électricité atmosphérique fut suggérée à Mascart par une observation faite par Lord Kelvin au Congrès de 1881; les méthodes rappelées plus haut donnent uniquement le potentiel en un point de l'air, mais elles n'indiquent rien sur l'électrisation de cet air, qu'il serait du plus haut intérêt de connaître; quelques observations lui montrèrent que, si l'on plaçait un appareil à écoulement ou à flamme dans une chambre métallique en communication avec le sol, mais permettant la libre circulation de l'air, les résultats obtenus seraient tout différents, quelquefois même de signe contraire à ceux des appareils enregistreurs ordinairement employés.

A ces études de Physique du Globe se rattache également l'application du baromètre à l'étude de la gravité suivant une méthode déjà employée par Boussingault : le principe, fort intéressant, de l'appareil consiste à équilibrer par une colonne de mercure une pression constante, par exemple la pression d'un volume invariable d'un gaz à la température de la glace fondante; il est clair que la hauteur de cette colonne de mercure varie en raison inverse de g. On montre aisément qu'une erreur de 1/100 de millimètre sur la hauteur du mercure équivaut à une erreur de 1/50 de seconde par heure sur les oscillations du pendule. Mascart utilisa un voyage dans le Nord, à Hambourg, Copenhague, Stockholm, Drontheim, Tromsoë, pour étudier cette méthode à l'aide d'un appareil facilement transportable; il montra que, en général, les résultats trouvés concordent à quelques centmillièmes près avec ceux qu'on aurait obtenus par le pendule.

La même méthode se prêterait à l'étude si intéressante des variations diurnes possibles de la gravité en un point donné; Mascart aborda ce problème beaucoup plus tard, en 1893, en utilisant un procédé optique pour la mesure du niveau du mercure et en faisant l'enregistrement photographique; il crut observer quelques traces de variations systématiques; ces expériences mériteraient d'être reprises, aujourd'hui que les belles recherches de Hecker, au moyen du pendule horizontal, ont mis en évidence les variations périodiques de la direction du fil à plomb.

Enfin, c'est encore en équilibrant par une colonne

[1] On sait que le passage à proximité d'une ligne de tramways électriques obligea, il y a quelques années, l'Observatoire du Parc Saint-Maur à suspendre toutes ses observations magnétiques, et à les transporter, à grands frais, dans une région plus calme, au Val-Joyeuse, près de Saint-Cyr.

de mercure la pression d'une masse d'air qu'il réalisa un appareil transportable permettant le dosage de l'acide carbonique dans l'air, même en n'opérant que sur de faibles volumes.

Au point de vue des questions de Météorologie pure, Mascart fut un défenseur ardent des théories modernes de la formation des cyclones, et les *Comptes rendus de l'Académie des Sciences* conservent la trace des discussions extrêmement vives, quoique toujours courtoises, qu'il eut à ce sujet avec Faye, l'illustre défenseur de la Météorologie ancienne : les cyclones sont-ils des mouvements descendants ou ascendants, se forment-ils dans les hautes ou dans les basses régions de l'atmosphère, telles sont les deux opinions en présence, et encore aujourd'hui il n'est pas sans intérêt de relire les arguments passionnés que les deux adversaires se renvoyaient à chaque séance de l'Académie.

Mascart avait mis comme condition, quand il fut nommé à la direction du Bureau Central, que ses nouvelles fonctions seraient seulement celles d'un administrateur, et ne devraient pas le détourner de ses études antérieures; on voit que la conscience scientifique a été la plus forte, et que, placé à la tête d'un des plus importants services de France, il a tenu non seulement à le faire fonctionner régulièrement, mais encore à contribuer à ses progrès par des recherches et des investigations nouvelles.

IV

Personne n'a oublié l'éclatant succès de l'Exposition internationale d'Électricité qui eut lieu en 1881; une fois de plus, Paris devenait le centre incontesté où devait se révéler toute la puissance d'une industrie nouvelle. Mascart, qui a toujours aimé la réalisation et l'action à côté de la spéculation et de la théorie, ne pouvait pas rester étranger à ce mouvement : il fit partie du Comité d'organisation, puis du jury, dont il fut nommé rapporteur général. La distribution des récompenses eut lieu le 21 octobre dans une séance solennelle, sous la présidence de M. Cochery, alors ministre des Postes et des Télégraphes; Mascart y lut son Rapport, où il caractérisa ainsi la manifestation qui prenait fin :

« L'Exposition actuelle n'a pas de précédent. Elle représente l'ensemble des applications industrielles d'une science qui est née avec le siècle. Quelques-unes de ces applications ont paru dans les expositions antérieures, dont elles ne formaient pas la moindre partie. Il y a quelques mois seulement, on pouvait encore douter que cette industrie fût capable de fournir les éléments d'une Exposition universelle et d'attirer l'attention du public; mais les progrès accomplis de nos jours et presque sous nos yeux ont donné à l'ensemble des objets exposés un éclat incomparable. L'Exposition présente même ce caractère inaccoutumé que la Science et l'Industrie y sont intimement mêlées; on retrouve dans les applications usuelles les déductions de la Science la plus élevée et le génie de l'invention dans ce qu'il a de plus imprévu. »

Les Expositions sont éphémères; leur succès, quelque grand qu'il ait été, ne laisse guère de trace après elles et tombe bientôt dans l'oubli. Il n'en est pas de même des Congrès, du moins de certains Congrès qui peuvent donner pour de longues années toute une orientation nouvelle à la branche d'activité dont ils se sont occupés; tel fut le sort du Congrès international des Electriciens tenu à Paris en 1881, à l'occasion de l'Exposition, l'un des plus considérables que l'histoire de la Science ait enregistrés, tant par le nombre et la haute valeur des savants illustres qui s'y rendirent de tous les points du monde, que par l'importance des décisions qui y furent prises.

C'est dans ce milieu nouveau que Mascart allait pour la première fois révéler des qualités éminentes qui devaient plus tard en faire le représentant indispensable et incontesté de la France dans tous les Congrès de ce genre. Quiconque n'a pas été mêlé de près à ces réunions scientifiques internationales ne peut se faire une idée des difficultés sans nombre que l'on rencontre pour faire aboutir une question quelconque dans des assemblées pourtant formées d'hommes ayant une haute valeur scientifique, en général absolument désintéressés, et alors même qu'aucun intérêt matériel n'est en jeu. C'est qu'un Congrès, quel qu'il soit, ne trouve jamais devant lui table rase pour ses travaux; le voudrait-il, qu'il serait impuissant à imposer de toutes pièces, et par sa seule volonté, une nouveauté radicalement opposée à tous les usages reçus; il ne peut, en général, que consacrer des habitudes, en choisissant les bonnes et en se fiant à la logique des choses pour étouffer les mauvaises. Celui qui veut réussir dans de pareilles conjonctures doit allier à un esprit scientifique impeccable, un esprit de diplomatie et de finesse peu commun chez ceux qui sont habitués à vivre dans la paix du laboratoire, loin du monde et des réalités. Ce furent justement là les qualités maîtresses de Mascart.

En présence du développement extraordinaire qu'avait pris l'Electricité, et surtout que l'on prévoyait pour les années à venir, chacun comprenait que c'était une question vitale pour la future industrie électrique que de la doter dès l'origine d'un système d'unités aussi clair et aussi cohérent que possible; on sentait bien que, si on laissait seulement s'écouler quelques années, il serait trop tard, que des habitudes hétéroclites et incohérentes s'implanteraient un peu partout, et qu'en pleine civilisation du XIXe siècle on se retrouverait, pour une science nouvelle, dans un chaos semblable à

celui que les civilisations passées ont légué au monde pour les poids et mesures et que notre système métrique a tant de peine à détruire.

Il appartenait à la France de prendre l'initiative d'un Congrès international d'Electricité ayant pour mission de régler ces questions difficiles; c'est ce que comprirent quelques hommes éminents comme MM. de Freycinet, Sadi Carnot et le Ministre d'alors des Postes et des Télégraphes, Ad. Cochery. Le Congrès inaugura ses travaux le 15 septembre 1881; ce n'était pas une assemblée ouverte à tous, comme les Congrès qui ont suivi, mais ses membres, au nombre de 250, avaient été désignés par les divers Gouvernements; vingt-huit pays y étaient représentés; les délégations les plus nombreuses étaient celles de l'Allemagne, de la Belgique et de la Grande-Bretagne. Un grand nombre des délégués portaient un nom célèbre ou destiné à le devenir; citons, pour l'Allemagne: du Bois Reymond, Clausius, Helmholtz, Hittorf, Kirchhoff, Werner Siemens, Wiedemann; pour la Belgique: E. Gérard, Gramme; pour les Etats-Unis: Rowland; pour la Grande-Bretagne: Ayrton, Latimer Clark, Crookes, Warren de la Rue, Dewar, Everett, Fitzgerald, Carey Foster, Gordon, Hopkinson, Hughes, Jenkin, Preece, Lord Rayleigh, William Siemens, Spottiswoode, William Thomson, Tyndall, Varley; pour l'Italie: Galileo Ferraris, Govi; pour la Russie: Egoroff, Lenz, Stoletow; pour la Suède: Thalèn; pour la Suisse: Hagenbach, Weber; et enfin pour la France, tous les plus grands savants de cette époque.

Le Congrès se divisa immédiatement en plusieurs sections; nous ne suivrons que la première, qui fut chargée de l'étude des unités électriques et où Mascart, tout en n'y tenant que la place modeste de secrétaire, joua un rôle considérable dont les procès-verbaux officiels ne peuvent donner l'idée.

La tâche était difficile; déjà, spontanément, divers systèmes d'unités avaient pris naissance et évolué indépendamment les uns des autres; deux systèmes dits absolus étaient en présence : l'un, proposé par Gauss et Weber, une cinquantaine d'années auparavant, fondé sur le millimètre, le milligramme et la seconde; l'autre, proposé par l'Association Britannique sous le nom de système C. G. S., fondé sur le centimètre, le gramme et la seconde; d'autre part, le système mètre, gramme, seconde, auquel l'Association Britannique s'était un moment arrêtée, avait déjà laissé des traces dans des traités classiques. Mais, en dehors de ces systèmes, que d'unités empiriques étaient employées! Pour la force électromotrice, l'élément Daniell ou le couple thermo-électrique bismuth-cuivre; pour la résistance, l'unité de Jacobi (un fil de cuivre de 1 mètre de longueur et 1 millimètre de diamètre), celle de Varley (un fil de cuivre n° 16 de 1 mille de longueur), celle de Wheatstone (un fil de cuivre de 1 pied pesant 100 grammes), et enfin la plus connue, celle de Siemens (une colonne de mercure à 0° de 1 mètre de longueur et de 1^{mm^2} de section); cette dernière avait de nombreux défenseurs : son existence déjà répandue, sa reproduction à des milliers d'exemplaires, la précision de sa définition en faisaient pour l'ohm un rival redoutable, d'autant plus qu'avec beaucoup d'habileté, ses partisans la présentaient comme dérivée du mètre et des propriétés spécifiques du mercure à peu près de la même manière que, au moins dans sa première définition, le gramme dérivait du mètre et des propriétés spécifiques de l'eau.

La confusion n'était pas moins grande dans la nomenclature; le *Weber* des Allemands ou unité de courant était dix fois plus petit que le *Weber* des Anglais, et pour certains électriciens, comme Latimer-Clark, ce mot de *Weber* désignait non une intensité, mais une quantité d'électricité; pour d'autres, le farad était à la fois une unité de capacité, une unité de quantité et une unité de courant. Enfin, question de principe fort grave, le futur système d'unités se rattacherait-il au système électrostatique ou au système électromagnétique? La grande autorité de Clausius penchait vers le système électrostatique : tous les praticiens savent combien en eût été funeste l'adoption.

C'est de ce chaos, de ces habitudes diverses, compliquées quelquefois de l'amour-propre national, qu'il fallait tirer un système unique, logique, clair, adapté aux besoins de la pratique.

Dès la première séance, la discussion générale qui s'ouvrit dans la première Section du Congrès laissa apercevoir de grandes divergences de vues.

« Les discussions du Congrès sont intéressantes, écrit Mascart le 16 septembre 1881; parmi les Allemands, c'est Clausius et Helmholtz qui nous donnent du fil à retordre. Heureusement que les Anglais sont avec nous et que je ne suis plus seul responsable de ce qui s'y fera pour la France. » Comme toujours en pareil cas, la Section confia à une Commission spéciale l'étude du système des unités électriques; nous en possédons les procès-verbaux officiels, mais combien plus intéressant jugera-t-on le récit suivant que quelques amis de M. Mascart, dont nous nous faisons honneur d'avoir fait partie, eurent la bonne fortune d'entendre de sa bouche le jour où, dans une réunion intime, une médaille, l'une des plus belles qui soit sortie du burin de Chaplain, lui fut offerte en reconnaissance des éminents services qu'il avait rendus à la Science et à l'Industrie électrique :

« Le Congrès avait constitué une Commission très nombreuse des unités électriques, qui s'est réunie le

16 et le 17 septembre 1881. La première séance a été remplie par une sorte d'exposé de principes sans résultats. Dans la seconde, la question a été serrée de plus près; il s'agissait de savoir si les unités seraient fondées sur un système logique, ou si l'on accepterait, en particulier pour la mesure des résistances, l'unité arbitraire dite de *Siemens*. La discussion a été pénible et confuse; on voyait surgir des propositions et des objections imprévues, surtout de personnes qui ne comprenaient pas bien la portée des résolutions à prendre. M. Dumas, qui présidait avec un tact et une autorité que j'admirais, interrompit brusquement la séance en disant que l'heure paraissait avancée (4 h. 30) et qu'on se réunirait ultérieurement. C'était un samedi soir. En sortant, j'accompagnais notre Président et je lui dis : « Mon cher maître, il me semble que l'affaire ne marche pas bien. » — « Je suis convaincu, répondit-il, que nous n'aboutirons pas, et vous avez compris pourquoi j'ai levé la séance. » Je n'ai pas souvenir de ce que fut ensuite notre conversation.

« Le lendemain, dans la matinée, je rencontrai sur le pont de Solférino William Siemens, qui me demanda si j'avais reçu la visite de Lord Kelvin (alors sir William Thomson), en ajoutant qu'on m'invitait à dîner et qu'on espérait arriver à une entente. Rentré aussitôt, je trouvai la carte de Lord Kelvin avec ces mots : « Hôtel Chatham, 6 h. 30. »

« Je fus naturellement exact au rendez-vous et je trouvai dans le petit salon d'attente une société imposante : Lord Kelvin, William Siemens pour l'Angleterre, puis von Helmholtz, Clausius, Kirchhoff, Wiedemann et Werner Siemens. La discussion reprit, et, après beaucoup d'hésitations, Werner Siemens finit par accepter la solution proposée, à la condition que le système des mesures serait institué « pour la pratique ». Je ne fis aucune difficulté à cette qualification et rédigeai au crayon, sur le bord du piano, le texte de la convention. Le système de mesures pour la pratique avait comme bases les unités électromagnétiques C. G. S. On définissait l'*ohm* et le *volt*, en laissant à une Commission internationale le soin de fixer les dimensions de la colonne de mercure propre à représenter l'ohm...

« Si le système d'unités a fini par aboutir, on doit l'attribuer d'abord à l'autorité de M. Dumas, dont le grand talent inspirait le respect et empêcha la discussion de s'égarer en paroles trop vives, puis à l'influence, sur Werner Siemens, de son frère William, qui vivait dans le milieu scientifique anglais engagé par l'initiative de l'Association Britannique... »

Les procès-verbaux officiels montrent d'ailleurs que, même à la séance du lendemain, Werner Siemens n'avait pas désarmé; une nouvelle discussion fut nécessaire : la proposition, préparée comme on l'a vu en petit comité, portait qu'une Commission internationale serait chargée de déterminer, *définitivement pour la pratique*, par de nouvelles expériences, la longueur d'une colonne de mercure d'un millimètre carré de section à la température de 0°C. qui représentera la valeur de l'ohm. Werner Siemens s'opposa formellement au mot *définitivement*, et l'on dut céder sur ce point pour sauver le reste, en quoi l'on fut sage, car l'on sait que la première détermination de l'ohm, dit ohm légal, dut être revisée à Chicago en 1893, et que c'est à cette époque seulement qu'une détermination définitive put être adoptée.

Une unité manquait encore, celle d'intensité de courant, et à ce sujet les difficultés et les confusions étaient grandes; comme on l'a rappelé plus haut, il existait deux *Webers* : le weber anglais (qui est devenu l'ampère actuel) et le weber allemand, dix fois plus petit. La sagesse commandait de faire disparaître un nom qui prêtait à de telles confusions; mais c'était un nom allemand! Il faut rendre justice à la haute sagesse de Helmholtz, qui fit tout pour faciliter la réforme; les avis étaient d'ailleurs bien divisés; la veille même de l'assemblée plénière du Congrès, Lord Kelvin proposait encore de donner le nom d'*Ampère* à l'unité C. G. S. d'intensité, de telle sorte qu'un volt agissant sur un ohm aurait donné un courant de 1/10 d'ampère; c'était condamner cette unité à tomber en désuétude dès sa formation; ici encore, les conversations amicales firent mieux que toutes les réunions officielles; laissons encore une fois parler Mascart :

« Nous étions impatients de soumettre ces propositions au Congrès dans la séance générale du mardi 20 septembre, mais on avait appris dans l'intervalle la mort du Président Garfield et la séance fut levée en signe de deuil. Comme nous n'avions encore que deux unités, l'ohm et le volt, et qu'il était nécessaire de compléter le système, je demandai au président, M. Cochery, si les commissions au moins pouvaient se réunir.

« Je dus m'incliner devant sa réponse négative, et nous restâmes avec von Helmholtz, auprès de Lord Kelvin et de Lady Kelvin qui, ayant négligé de déjeuner, prenaient un chocolat dans le restaurant Chiboust, installé près de la salle du Congrès. C'est dans ce petit Comité, autour d'une vulgaire table de marbre blanc, que furent convenues les trois unités suivantes : *Ampère* (au lieu de Weber), Coulomb et Farad.

« J'étais chargé d'en lire le texte le lendemain 21 septembre en séance générale. Nombre de membres de la Commission, qui ne connaissaient que la séance du samedi, en furent bien un peu surpris, mais les commentaires de Lord Kelvin et de von Helmholtz ne permirent plus aucune hésitation. Le système pratique d'unités était fondé [1] ».

Ainsi se termina ce célèbre Congrès, où Mascart s'était révélé sous un jour nouveau et qui devait avoir une si profonde influence sur tout le reste de sa carrière : c'est de ce moment que date la profonde et réciproque amitié qui le lia jusqu'au dernier jour avec Lord Kelvin, amitié touchante et bien rare entre hommes de nationalité différente.

A partir de cette époque, Mascart devint en France l'homme indispensable pour toutes les questions concernant les unités électriques. Lors des Conférences internationales qui se tinrent à Paris en 1882 et 1884, il continua le rôle qu'il avait commencé en 1881, et dans ces milieux plus restreints, de moins vaste envergure que le Congrès, mais ayant

[1] Il est possible, en ayant recours aux procès-verbaux officiels, et en comparant les dates et les heures, de préciser sur quelques points les souvenirs de Mascart : entre la conversation à laquelle il est fait allusion et la séance générale se plaça une séance de la Commission qui approuva le texte des propositions sur l'ampère, le coulomb et le farad; mais la Section n'eut pas le temps d'être consultée, et les propositions furent portées directement à l'assemblée générale.

aussi une tâche mieux définie et plus concrète, il acquit en peu de temps une autorité considérable; lors de l'Exposition de 1889, il était tout désigné pour organiser et présider le Congrès international des Electriciens qui se tint à cette occasion et qui, bien que moins important que celui de 1881, nous donna le *watt* et le *joule*; en 1893, il représentait la France au Congrès de Chicago, qui revisa l'*ohm* et définit l'unité de self-induction ou *henry*; et enfin en 1900, pour la troisième fois, un grand Congrès international d'Electricité se réunissait à Paris et Mascart en était le président. La question des Unités électriques n'était pas close cependant, et ne l'est pas encore aujourd'hui; pendant ses dernières années, et jusqu'à son dernier jour, Mascart s'en occupa avec une activité et une ténacité où perçait quelque émotion, le souvenir sans doute des époques héroïques du début, où tout était à fonder, et où les fondateurs étaient les disparus d'aujourd'hui.

Le Congrès de Saint-Louis, en 1904, avait émis le vœu que des mesures internationales fussent prises pour assurer la concordance des définitions des unités électriques dans les différents pays. En 1905, une Conférence, de caractère officieux, se réunit à Berlin pour préparer la Conférence officielle projetée; Mascart y représenta la France, et en fut désigné à l'unanimité comme président: cette dérogation aux usages des conférences de ce genre, où d'ordinaire le président appartient au pays où a lieu la réunion, marque bien la place qu'il tenait dans la science. Ce fut son dernier acte public en pays étranger; mais, de retour à Paris, il organisa et présida la Commission qui fut instituée par le Sous-Secrétariat des Postes et des Télégraphes pour l'étude de ces questions et la préparation de la Conférence internationale qui devait se tenir à Londres et qu'il ne devait pas voir; il fut l'âme de ces réunions et le lien propre à réunir en faisceau les efforts scientifiques qui, dans notre pays, ont très souvent tendance à se disperser dans un individualisme exagéré; jusqu'à son dernier jour, il suivit les travaux qui avaient été entrepris à cette occasion et, presque mourant, sut leur imprimer une impulsion efficace.

V

L'Exposition de 1881 avait été une véritable révélation : dans ce court espace de trois mois, pendant lequel près d'un million de visiteurs s'étaient pressés au Palais de l'Industrie, la puissance prodigieuse de l'Electricité était apparue aux yeux du grand public et, pour tout esprit clairvoyant, il n'était pas douteux que les années qui allaient suivre ne dussent être marquées par un développement extraordinairement rapide des applications de ce nouvel agent. Mais laissons place encore ici aux souvenirs personnels de Mascart :

« Quelques semaines plus tard, quand le succès de l'Exposition eut assuré des bénéfices importants à la Société de garantie, M. Dumas, qui entrevoyait l'avenir de l'industrie nouvelle, eut l'idée d'une belle œuvre nationale : c'était de constituer une société au capital de trois millions dans le but d'instituer un grand Laboratoire de recherches scientifiques et pratiques pour aider au développement de l'Electricité. Les bénéfices de l'Exposition devaient en former le premier appoint et les circonstances étaient particulièrement favorables pour trouver auprès des compagnies industrielles les souscriptions nécessaires.

« Tout parut d'abord marcher à souhait, mais des susceptibilités personnelles et l'ombrage causé par le nom de Dumas, alors peu en faveur auprès des Pouvoirs, amenèrent finalement l'échec de l'entreprise.

« Le Ministère des Postes et Télégraphes se fit attribuer les bénéfices de l'Exposition en se chargeant de créer lui-même et d'entretenir ce laboratoire. — On sait ce qui en est advenu.

« M. Dumas fut très ému de cette déconvenue et surtout des termes par lesquels la décision lui était communiquée. Comme nous en causions le lendemain, en nous communiquant nos impressions, j'exprimai ma surprise qu'il ait eu l'espoir de réunir un capital si important. Il me répondit : « J'avais en poche cinq cent mille francs de Giffard ». C'est une parole dont je me suis souvenu en temps opportun. »

Il n'est pas téméraire de penser que, ce jour-là Mascart entrevit une nouvelle source d'activité qui s'ouvrait devant lui et songea que, ce que Dumas n'avait pu réussir, il le réaliserait peut-être lui-même. Quoi qu'il en soit, les années qui suivirent furent pour lui des années de recueillement; le travailleur infatigable et consciencieux qu'il était les employa à apporter sa contribution aux travaux décidés par le Congrès, et à préparer, par ses mesures de l'ohm et de l'ampère, les travaux des Conférences internationales de 1882 et 1884. Mais, pendant ces mêmes années, le monde scientifique et industriel, à qui, somme toute, était dû l'éclatant succès de l'Exposition de 1881, supportait avec quelque impatience l'idée que les sommes laissées disponibles par l'Exposition restaient improductives, et que l'Etat ne faisait rien pour réaliser ce séduisant projet d'un Laboratoire national qui avait été le rêve des derniers jours de Dumas.

On peut attribuer à cette communion d'idées le groupement spontané qui se forma à cette époque et qui devait devenir la Société internationale des Electriciens : dès le jour de sa fondation, cette Société, guidée par une série de présidents éminents, eut un but bien défini qu'elle poursuivit avec ténacité, sans un instant de défaillance : organiser le Laboratoire qui, dans la pensée des organisateurs, devait prolonger l'œuvre de l'Exposition et du Congrès. Ce Laboratoire existait déjà... sur le papier. Un décret du 24 Février 1882 l'avait institué sous la haute direction du Ministre des Postes et des Télégraphes; mais rien n'avait été fait pour le réaliser;

la Société offrit de s'en charger; les droits de l'Etat seraient entièrement respectés, l'Etablissement projeté resterait établissement d'Etat; sa gérance seule et son administration, tant au point de vue matériel qu'au point de vue technique, seraient confiées à la Société internationale des Electriciens qui, par sa composition même, mi-partie scientifique, mi-partie industrielle, assurait toutes les garanties d'une vie active à la nouvelle institution. Cette organisation est excellente : l'Etat ne peut pas être savant, et il lui est difficile d'être industriel; une coopération de l'Etat, qui donne l'autorité morale, et d'une Société scientifique et technique, qui donne la direction effective, est un type d'organisation qui mérite d'être imité dans bien des cas. Telle fut la conception que la Société des Electriciens essaya avec succès de réaliser : grâce aux efforts de ses premiers présidents, MM. Georges Berger et Maurice Lœwy, deux décrets autorisaient dès 1886 l'application des sommes provenant de l'Exposition de 1881 à l'organisation et à l'entretien du Laboratoire central d'Electricité. Mascart s'était jusque-là tenu à l'écart de ce mouvement, probablement, comme il l'a rappelé lui-même, à la suite de la déconvenue de Dumas dont nous avons parlé plus haut; mais la Société des Electriciens comprit tout l'intérêt qu'avait la fondation nouvelle à s'assurer l'appui et les conseils de celui qui avait été l'âme même du mouvement originel; il entra à la Société le 2 février 1887, et en fut nommé Président à l'Assemblée générale du 4 mai suivant : sa première réforme fut d'obtenir que les séances, marquées pour 8 heures 1/2, commençassent à 8 heures 1/2. Mascart est tout entier dans ce détail. Dès lors, il devint dans ce milieu, nouveau pour lui, le conseiller indispensable et écouté. Nommé Président de la Commission administrative du Laboratoire, il en guida et en soutint les destinées pendant plus de vingt ans. Tout restait à faire : les locaux, quelques hangars prêtés par M. H. Menier à la Place Saint-Charles, étaient provisoires; les arrangements avec l'Etat étaient précaires, et il avait fallu tout le dévouement de M. G. de Nerville, qui avait à cette époque la direction du Laboratoire, pour l'organiser et le faire prospérer malgré les difficultés de toute sorte que l'on rencontrait et dont la moindre n'était pas l'insuffisance des ressources ; peu à peu, sous l'influence d'une volonté directrice, éclairée et tenace, la situation du Laboratoire s'affermit, et en 1892, une convention définitive était signée entre l'Etat et la Société internationale des Electriciens pour régler le rôle de l'un et de l'autre dans l'entretien du Laboratoire. Citons encore une fois, à ce sujet, les souvenirs mêmes de Mascart :

« La Société obtint du Conseil municipal l'attribution d'une partie des locaux de l'ancien Collège Rollin pour l'installation du Laboratoire. Mais la Ville de Paris ne tarda pas à avoir regret de cette concession et nous proposa d'accepter en échange un terrain nu situé rue de Staël. Ici se place une anecdote qui mérite d'être rappelée.

« Au Collège Rollin, il y avait des bâtiments utilisables. Tout était à faire rue de Staël. Dans une séance de la Commission du Laboratoire, réunie à cet effet, M. Fontaine me demanda si l'emplacement de la rue de Staël me paraissait préférable au point de vue pratique.

« Sur mon observation que j'étais fort embarrassé pour donner un avis ferme, parce qu'il devait en résulter un surcroît de dépenses d'au moins 80.000 francs, il me répondit qu'on trouverait l'argent, à condition que j'accepte de tenir l'escarcelle.

« Voilà comment je devins frère quêteur. Entrant aussitôt en fonction, je fis passer à mon voisin de droite un bout de papier intitulé : « Souscription pour le Laboratoire ».

« En le surveillant d'un regard oblique, je le vis inscrire, à la suite de son nom, un 2 suivi de plusieurs zéros, en vérifier soigneusement le nombre, et en ajouter un quatrième, formant un total de 20.000 francs. C'était Paul Lemonnier, ancien Président de la Société, qui ébréchait ainsi sa modeste fortune en faveur de notre Institution. Lemonnier était un noble caractère, aimé de tous, et nous devons un souvenir reconnaissant à sa mémoire. »

La souscription, ainsi engagée, ne pouvait que réussir, et Mascart s'y donna tout entier; c'était l'époque où l'important legs Giffard permettait d'importantes fondations : la Société des Électriciens demanda une attribution de 100.000 francs sur ce legs :

« Pour démontrer au ministre que notre intervention rentrait bien dans les intentions du testateur, je lui racontai ma conversation avec Dumas, en ajoutant qu'il devait me croire sur parole, puisque j'étais seul survivant des deux interlocuteurs. Le ministre parut se laisser convaincre, mais il trouvait la somme trop élevée et se montra disposé à nous accorder 50.000 francs. Un peu suffoqué et pris de court, j'eus la pensée de lui dire : « Monsieur le Ministre, ce ne serait pas digne du nom de Giffard, que nous voulons inscrire sur le pavillon à édifier. » Il voulut bien sourire à mon observation, ce qui est toujours bon signe, et accueillir notre demande sans réduction ».

Ces quelques traits marquent d'une façon caractéristique l'habileté de Mascart, faite à la fois de bonhomie et de ténacité : nul mieux que lui ne sut solliciter et encourager les initiatives privées ; il y trouvait le vrai ressort du progrès, et aurait attaché moins de prix à une large subvention officielle qu'à une modeste souscription obtenue par ses soins. Il savait d'ailleurs admirablement inspirer confiance, et tous ceux qui lui faisaient crédit étaient sans nulle inquiétude sur l'emploi des fonds qu'ils lui remettaient; ils savaient que Mascart avait, au contact des industriels, appris toute la valeur d'une sage administration, et que, de leur côté, ceux-ci lui devaient une haute conception du but à atteindre et des efforts désintéressés qu'ils devaient déployer pour y parvenir.

Le Laboratoire, dans la pensée de Mascart, n'était qu'une première étape; et, dès la séance

solennelle d'inauguration des nouveaux bâtiments de la rue de Staël, le 14 juin 1893, il laissa pressentir pour l'avenir de nouveaux développements et une autre branche d'activité ; déjà, depuis sa fondation, le Laboratoire avait accueilli un certain nombre d'élèves libres, sans enseignement régulier, plutôt aides qu'étudiants ; il restait à régulariser cette organisation qu'un besoin spontané avait fait naître ; de grandes Ecoles électrotechniques existaient déjà à l'Étranger, et, s'il m'est permis de le rappeler ici, j'avais, pour ma faible part, provoqué dès 1892, à l'Université de Grenoble, un mouvement très vif dans ce sens.

L'Ecole supérieure d'Electricité, dont on connaît le magnifique développement, doit évidemment son origine aux mêmes tendances. Nous n'avons pas à en retracer ici l'histoire, qui pourtant, en bien des points, se confondrait avec l'histoire même de l'homme éminent dont nous avons essayé de tracer la physionomie ; une fois encore, Mascart « tint l'escarcelle » et eut l'idée d'intéresser d'une manière intime les fondateurs de l'Ecole à son fonctionnement et à son avenir, en les invitant à prendre place dans son Conseil de perfectionnement : d'après les règlements qui furent rédigés sous son inspiration, font partie de ce Conseil « toute personne ou société, admises par le Conseil, et s'engageant à verser un capital de 10.000 francs ou une annuité de 1.000 francs. » Grâce à cette organisation, l'Ecole supérieure d'Electricité réalise la condition bien rare, peut-être unique en France, de vivre de ses propres ressources ; ici encore, Mascart avait su faire naître et coordonner les efforts dispersés de l'initiative privée, et l'on assiste aujourd'hui à ce spectacle extrêmement intéressant d'une Ecole technique supérieure, tout à fait indépendante de l'Etat, et où cependant l'Etat, par une sorte de consécration, envoie avec des délégations officielles ses officiers et ses ingénieurs. On peut dire que ce résultat résume et représente intégralement les tendances et ce qu'on pourrait appeler la politique de Mascart.

Son entrée à la Société des Électriciens le mit en contact intime avec le monde industriel, où il joua bientôt un rôle important, et, de son côté, l'Etat lui fit appel pour toutes les questions touchant ses relations avec l'industrie ; il lui donna son temps et ses efforts sans compter et fut président ou membre d'innombrables Commissions : Comités d'organisation et jurys des Expositions de 1889 et 1900, Comité consultatif des Arts et Métiers, Comité des Inventions relatives à la défense nationale, Commission pour les installations électriques et les paratonnerres des bâtiments civils, Commission pour le régime de l'Electricité de la Ville de Paris, voilà quelques noms que nous relevons au hasard ; son autorité était telle qu'elle s'étendait à l'Étranger, et, honneur bien rare, il fut en 1900 nommé vice-président de « l'Institution of Electrical Engineers » : c'était la première fois que ce poste était attribué à un étranger. L'industrie privée elle-même ne pouvait manquer de faire tous ses efforts pour attirer à elle un homme dont la réputation d'organisateur, jointe à une haute compétence scientifique, s'étendait au loin ; il résista longtemps, et ce ne fut que dans les dernières années de sa vie qu'il consentit à s'intéresser à deux grandes entreprises industrielles, les Mines de la Grande-Combe et les Forges de Montataire : là encore il rendit d'éminents services.

D'un autre côté, Mascart n'oubliait pas qu'il était avant tout universitaire et il s'intéressa toujours aux questions d'enseignement : bien souvent le Ministère de l'Instruction publique lui demanda des rapports sur l'enseignement scientifique dans les Universités de province ; il s'acquittait avec plaisir de ces missions délicates, et savait admirablement reconnaître le vrai professeur de Physique, celui qui sait appuyer son enseignement sur l'expérience, tout en le maintenant au niveau élevé qu'exige l'Enseignement supérieur.

Ainsi se complète la physionomie de cet homme qui sut à la fois réunir en lui le savant, le professeur, l'homme d'action, l'organisateur et l'industriel même : souplesse et puissance d'esprit bien rare et digne d'être admirée.

VI

Mascart était de taille moyenne ; ses traits, à la fois fins et accentués, une barbe drue et courte, une bouche énergique, des yeux d'une vivacité et d'une intelligence rares, un front largement développé, une tête, enfin, dont la forme puissante laissait une trace indélébile dans le souvenir de quiconque l'avait approché une fois, tout contribuait à donner en lui l'impression non pas tant de la force physique que de la force morale, et celle-ci était grande. Combien de fois n'a-t-on pas fait le parallèle entre l'homme de réflexion et l'homme d'action ! Mascart réunissait en lui l'un et l'autre. La forte formation intellectuelle qu'il avait reçue à l'École Normale, l'impression profonde qu'avaient laissée en lui les maîtres éminents qu'il y avait connus, l'avaient prédestiné à être un homme de science et de laboratoire ; on peut dire que la guerre de 1870 lui révéla à lui-même qu'il était capable d'être aussi un homme d'action ; dès lors, les deux activités se mêlèrent en lui, et c'est là l'explication de sa fortune exceptionnelle et de la rapidité avec laquelle il s'éleva aux plus hautes situations ; fortune justifiée, car toutes les nations

ont besoin de tels hommes et ils sont rares.

Mascart n'a eu dans toute son existence qu'une passion, le bien public, et il a eu l'énergie de limiter son action aux régions où elle pouvait être efficace : des choses et non des mots, des faits et non des théories, voilà quelle eût pu être sa devise, et cette forte discipline fut toujours celle qui régla sa vie. « Il faut aboutir », disait un homme politique bien connu. Mascart aboutissait : l'intention n'est rien, si elle ne se développe pas en un résultat; les plus grands projets à échéance lointaine ne valent pas un projet plus modeste à réalisation immédiate ; la création des choses humaines est faite d'approximations successives, et l'axiome bourgeois : « Un tiens vaut mieux que deux tu l'auras » n'est pas à dédaigner. Telle fut la philosophie pratique de Mascart; elle lui donnait une certaine rudesse apparente, sous laquelle un petit nombre d'amis seuls ont pu soupçonner ce qu'il y avait de bonté et de sensibilité; mais, autant qu'on peut analyser une âme qui ne se livre pas, Mascart ne se croyait pas le droit de s'abandonner à cette sensibilité que tant d'autres, au milieu des servitudes de la vie, considèrent comme le champ secret où ils peuvent être eux-mêmes en toute liberté. La sensibilité est grande destructrice de l'énergie, et Mascart considérait que toute son énergie était nécessaire et due aux œuvres qu'il avait entrepris de mener à bien. Un événement tragique, la mort accidentelle d'une de ses petites filles, une charmante enfant de treize ans, sous l'éboulement imprévu d'une carrière de sable, fut pour lui un coup terrible, dont ses intimes purent sonder la profondeur; mais on sentit très bien à cette époque que, par un acte de volonté, il s'imposa l'obligation de ne pas laisser entamer par là l'homme pensant et agissant qu'il avait toujours été, qu'il voulait être jusqu'au bout de sa carrière, et cette dernière période de sa vie fut la plus active.

Mascart connaissait admirablement les hommes; nul, mieux que lui, ne savait diriger les débats d'une assemblée : il était le président idéal; de l'obscurité d'une question complexe et touffue, il savait dégager les lignes principales et y portait tous ses efforts en élaguant sans hésitation les détails; habile à faire pencher insensiblement les décisions dans le sens qu'il désirait, ayant l'instinct sûr et rapide de l'opinion à laquelle il pouvait se rallier, sachant au besoin mettre le poids de son autorité dans la balance, allant quelquefois — bien rarement — jusqu'à la menace de se retirer d'une assemblée sur le point de prendre une décision qu'il considérait comme funeste, il a incontestablement exercé une profonde influence sur le monde scientifique et technique. Dans les congrès et réunions internationales, il était fort écouté; il savait mieux que personne écarter les propositions dangereuses tout en ménageant la susceptibilité ou l'amour-propre de leurs auteurs, et trouver la formule heureuse qui devait rallier tout le monde. Partout et toujours, il avait le souci de la grandeur et de l'intérêt véritable à la fois de la science et de son pays, intérêts qui sont toujours conciliables. Il appartenait à cette génération qui avait vu de près la guerre et en était sortie avec des idées non d'un faux patriotisme vain et agressif, mais de relèvement et d'énergie morale, à cette génération de savants dont d'Almeida s'est fait l'éloquent porte-parole à la première page du *Journal de Physique*, en 1872 :

« Initié par ma position aux pensées de ceux qui ont inscrit leurs noms sur les pages de ce Journal, je crois devoir faire connaître le but qu'ils se proposent, et les sentiments qui les animent... S'ils ont été conduits à se rechercher par l'amour de la science, un autre sentiment vient encore fortifier leur union : l'amour du pays. Aussi loin que peut s'étendre leur action, ils veulent, pour leur part, contribuer au développement des forces intellectuelles et morales de la France : des forces intellectuelles par le travail, des forces morales par l'union désintéressée des efforts communs. »

Mascart a connu le bonheur, si le bonheur consiste dans la réalisation du but poursuivi; les honneurs sont venus à lui ; il ne les a pas repoussés, mais ne les a jamais considérés comme le terme du chemin : l'accomplissement de la tâche d'hier ne le dispensait pas à ses yeux de l'entreprise de la tâche de demain, et jusqu'à son dernier jour il a lutté pour faire profiter les choses et les hommes qu'il aimait des restes d'une belle énergie qui s'évanouissait; il est mort simplement, comme il avait vécu; ses obsèques civiles, sans apparat et sans discours, étaient l'image de sa vie; seuls, les honneurs militaires lui furent rendus : il avait toujours tenu en haute estime la Légion d'honneur, dont il était Grand Officier. Pas un indifférent ne suivit le cortège; tous sentaient que c'était une force profondément active et bienfaisante qui disparaissait; mais tous, en revanche, songeaient aux traces ineffaçables que cet homme laissait derrière lui : n'est-ce pas là la véritable immortalité?

Paul Janet,
Professeur à la Faculté des Sciences de l'Université de Paris,
Directeur du Laboratoire central
et de l'École supérieure d'Électricité.

LA COAGULATION DU SANG

Quelle est cette mystérieuse propriété du sang, si fluide à l'intérieur des vaisseaux, de se transformer en un caillot solide dès qu'il s'épanche à l'extérieur? Le problème a occupé des générations de physiologistes, et cependant il passe encore, à l'heure actuelle, pour l'un des plus difficiles et des plus obscurs de la Chimie physiologique.

Il ne saurait être question de faire ici un tableau complet des connaissances acquises[1]. Il suffira d'exposer les faits les plus importants et les tendances qui se dégagent des travaux les plus récents.

Comme chacun le sait, le sang comprend des éléments solides, les globules, en suspension dans un liquide, le plasma. En volume, les globules font approximativement les deux cinquièmes de la masse totale. La très grande majorité des globules sont rouges; une très faible minorité est composée de globules blancs ou leucocytes et de plaquettes, lesquelles sont, d'après les observations récentes, des cellules blanches particulièrement délicates et altérables.

I. — Historique.

On sait depuis Hewson (1770) que c'est la partie liquide du sang, le plasma, qui joue le rôle principal dans les phénomènes de coagulation. Hewson recevait du sang dans une solution concentrée de sulfate de soude, ce qui avait pour effet de suspendre la coagulation. Il laissait se déposer les globules. Le plasma clair, décanté, se solidifiait quand on le diluait dans une quantité suffisante d'eau douce. Le caillot qu'on obtient dans ces conditions a l'apparence d'une gelée. Si on le comprime dans un linge fin, on arrive facilement à le diviser en deux parties : une partie solide, formée de quelques filaments élastiques blancs, la fibrine; une partie liquide, le sérum. Un caillot de sang ou de plasma n'est donc pas une formation homogène : il comprend une trame fibrineuse solide, formée de filaments élastiques très fins, tendue dans tous les sens à travers la masse liquide du sang, qu'elle retient plus ou moins complètement dans ses mailles.

L'organisme des animaux supérieurs contient un certain nombre de liquides qui dérivent directement du plasma sanguin par une simple filtration de celui-ci. Plus pauvres en albumine que le plasma lui-même, ils doivent être considérés comme étant des dilutions plus ou moins fortes du plasma. Ce sont les liquides des cavités séreuses. L'un d'eux, le liquide d'hydrocèle (d'origine pathologique), est spontanément incoagulable.

Buchanan (1845) démontra que le liquide d'hydrocèle fournit un beau caillot quand on lui ajoute un peu de sérum exprimé ou exsudé d'un caillot de sang, ou l'extrait aqueux de ganglions lymphatiques (extrait de leucocytes). La coagulation est due, d'après lui, à l'insolubilisation d'une albumine dissoute dans le liquide d'hydrocèle, qu'il appelait fibrine soluble. L'insolubilisation de la fibrine soluble est opérée par une substance qui existe dans le sérum et les extraits leucocytaires et qui, pendant la vie, est contenue dans les leucocytes.

Les expériences de Buchanan furent reprises par A. Schmidt (1861). Elles lui donnèrent des résultats identiques. A. Schmidt les interpréta d'abord de la façon suivante : le plasma et les liquides des cavités séreuses contiennent une substance protéique soluble, le fibrinogène; les leucocytes contiennent une autre substance protéique soluble, la substance fibrinoplastique. Dans le sang extravasé, les leucocytes meurent; ils abandonnent au plasma leur substance fibrinoplastique. Celle-ci, rencontrant le fibrinogène, s'unit à lui en un complexe insoluble qui est la fibrine.

En 1872, A. Schmidt adjoignit aux deux premières substances une troisième, de nature enzymatique, qu'il appela fibrin-ferment d'abord, et ensuite thrombine. La thrombine, qui est aussi d'origine leucocytaire, préside à l'union de la substance fibrinoplastique et du fibrinogène, mais elle survit au phénomène; elle agit à la façon d'un agent catalytique. La thrombine n'existe pas dans le sang circulant. Elle provient des leucocytes du sang, qui succombent en grande masse après la sortie du sang des vaisseaux.

La première tentative pour isoler à l'état de pureté la substance coagulable du plasma fut faite par Denis (1842). Denis recevait le sang dans la septième partie de son volume de solution saturée de sulfate sodique. Le plasma décanté était saturé de chlorure sodique. On obtient, dans ces conditions, un précipité formé de grumeaux blancs légers qui peuvent être recueillis sur un filtre et lavés à la solution saturée de chlorure sodique. Dissous dans l'eau, le précipité donne une solution claire qui se coagule spontanément au bout d'un temps plus ou moins long.

En 1875, Hammarsten perfectionna le procédé de Denis et il obtint des solutions qui ne sont plus

[1] Le lecteur que cette question intéresse particulièrement pourra trouver un exposé complet des travaux parus jusqu'en 1904 dans l'article de Morawitz : Die Chemie der Blutgerinnung. *Ergebnisse der Physiologie*, 1905, I. Abteilung. Mes mémoires originaux ont paru dans les *Archives internationales de Physiologie* de 1906 à 1909.

spontanément coagulables et qui se solidifient seulement après adjonction d'un peu de sérum frais. Il admit que ces liquides ne contiennent pas d'autre substance que le fibrinogène. En se servant de ces solutions, Hammarsten put démontrer que les substances fibrinoplastiques de A. Schmidt ne sont pas nécessaires à la coagulation d'un milieu qui contient thrombine et fibrinogène. La fibrine se forme dans ce milieu par l'action directe de la première de ces substances sur la seconde.

En 1890, Arthus établit la grande importance des sels de calcium dans les phénomènes de coagulation. Si l'on ajoute au sang une quantité d'un oxalate ou d'un fluorure alcalins suffisant à précipiter toute la chaux du plasma, on empêche toute formation de caillot.

En 1892, Pekelharing émit l'opinion que la thrombine est sécrétée par les leucocytes à l'état inactif, sous la forme de prothrombine, et qu'elle est transformée par les sels calciques du plasma en thrombine active. Une fois réalisée, la thrombine agit directement sur le fibrinogène par une action enzymatique.

Hammarsten démontra ensuite (1896) que, s'il est bien vrai que l'oxalate sodique empêche la coagulation du sang, il est tout aussi avéré que le même oxalate est dépourvu de toute action suspensive sur la coagulation d'une solution de fibrinogène par la thrombine. Il conclut, en conséquence, avec Pekelharing, que les sels de chaux interviennent au moment de la transformation de la prothrombine en thrombine, et qu'une fois produite la thrombine peut se passer complètement d'eux.

A ce moment, la théorie classique est définitivement constituée : Les cellules blanches du sang (et aussi les cellules des tissus, d'après Pekelharing) contiennent la prothrombine, le plasma contient le fibrinogène. Après extravasation du sang, les cellules blanches du sang meurent en grand nombre; elles déversent de grandes quantités de prothrombine dans le plasma. Au contact des sels de chaux, la prothrombine devient thrombine, et la thrombine transforme le fibrinogène en fibrine.

A l'heure actuelle, cette théorie règne encore dans tous les traités de Physiologie. Malheureusement pour elle, presque tous ceux qui ont repris l'étude de la coagulation dans ces dernières années sont d'accord pour la rejeter.

Lorsqu'on fait une injection rapide de propeptone dans les veines d'un chien, on produit l'incoagulabilité du sang. Recueilli dans des tubes de verre, ce sang reste indéfiniment liquide. Le plasma de propeptone a été l'objet des études prolongées d'un physiologiste anglais, Wooldridge. Les publications de Wooldridge sont, autant par la rigueur du raisonnement que par la fertilité de l'invention, ce qui a été écrit de meilleur, de plus profond sur la coagulation du sang. Wooldridge n'a pas eu le temps, étant mort jeune, de donner à ses idées leur expression entière et définitive. Mais la théorie, tout à fait personnelle et directement appuyée sur l'expérience, qu'il a émise rend le mieux la physionomie générale des faits; en un grand nombre de points, elle est l'expression de la vérité la plus absolue.

Wooldridge constata (1886) que le plasma de propeptone se coagule rapidement quand on lui ajoute des leucocytes lavés et qu'il ne se coagule pas quand on lui ajoute le sérum exprimé d'un caillot de sang. Ayant isolé, par la méthode de Hammarsten (précipitation répétée plusieurs fois par le chlorure sodique à demi-saturation), le fibrinogène de ce plasma, il vit que les solutions de fibrinogène obtenues successivement en dissolvant dans l'eau le premier précipité, puis le second précipité et les suivants, tendent de plus en plus à prendre des propriétés différentes de celles du plasma. La première solution est encore facilement coagulée par les leucocytes; elle est aussi coagulée (plus difficilement) par le sérum. En ce dernier point, elle se différencie du plasma. Déjà dans la seconde solution, d'après Wooldridge (et certainement dans les solutions suivantes), on observe un renversement complet des conditions réalisées dans le plasma : le sérum seul fait coaguler la seconde solution, les leucocytes n'ont plus d'action.

Cette expérience fondamentale démontre donc qu'une solution de fibrinogène pur, qui contient des sels de chaux, reste parfaitement fluide quand on lui ajoute des leucocytes (ou un extrait de leucocytes). Répétée par Morawitz et par moi-même, elle nous a donné le même résultat qu'à Wooldridge. A elle seule, elle renverse la théorie classique, puisque, d'après cette théorie, le milieu précédent contient tout ce qui est nécessaire à la coagulation et devrait se coaguler.

L'expérience de Wooldridge tend à faire croire que le manque de coagulation de ce milieu est dû à l'absence d'une substance, présente dans le plasma complet, absente de la solution de fibrinogène et que la théorie classique ignore.

A. Schmidt, beaucoup plus fortement influencé par les travaux de Wooldridge qu'il ne l'avouait, avait d'ailleurs abandonné, lui aussi, l'hypothèse de l'origine leucocytaire de la prothrombine. Dans sa troisième et dernière théorie de la coagulation (1892), il localise la prothrombine dans le plasma; le rôle des leucocytes change de nature. Ils déversent dans le sang extravasé des substances, dites zymoplastiques, qui transforment en thrombine la prothrombine du plasma. De producteurs de coagulation, ils sont devenus des excitateurs. Après la coagulation, il peut rester dans le plas-

ma une fraction de la prothrombine qui n'a pas été transformée en thrombine. La prothrombine est plus résistante que la thrombine. Tandis que celle-ci disparaît rapidement (après un ou deux jours à la température ordinaire) du sérum, la prothrombine persiste inaltérée. Il suffit d'ajouter au sérum vieilli, qui seul n'agit plus sur le fibrinogène, un peu de substance zymoplastique pour lui rendre tout son pouvoir coagulant : ce qui restait de prothrombine dans le sérum a été ainsi transformé en thrombine.

Fuld et Spiro, Morawitz ont repris cette expérience d'A. Schmidt et, comme lui, ils ont activé, par certaines adjonctions, des sérums devenus inactifs par vieillissement. Au lieu d'employer les substances zymoplastiques de Schmidt, ils se sont adressés aux extraits de tissus (extrait de muscle, extrait de foie). Ces extraits n'ont, par eux-mêmes, aucune action coagulante sur la solution de fibrinogène pure, pourvue de chaux, mais ils font énergiquement coaguler la solution de fibrinogène préalablement additionnée d'un peu de sérum vieilli. Morawitz interprète ce résultat comme A. Schmidt, mais, dans sa terminologie, la prothrombine devient du thrombogène. De plus, il affirme que la substance active des extraits d'organes est chimiquement différente des agents zymoplastiques; il l'appelle thrombokinase. La thrombokinase transforme le thrombogène en thrombine; elle n'opère cette transformation qu'en présence des sels de chaux. Dans ses grands traits, cette nouvelle théorie peut s'énoncer comme suit : Le plasma du sang circulant contient le fibrinogène et le thrombogène; il est incoagulable par ses seules ressources. Après extravasation, les leucocytes abandonnent leur thrombokinase (qui est supposée exister dans toutes les cellules de l'organisme et même dans tout protoplasme vivant) ; en présence des sels de calcium du plasma, la thrombokinase change le thrombogène en thrombine et la coagulation s'en suit.

Cette opinion, qui a été accueillie avec faveur par un certain nombre de physiologistes allemands, a le défaut, comme toutes celles qui l'ont précédée, de n'expliquer qu'une partie des faits. Elle fait totalement abstraction de certaines données de la plus haute importance, notamment de la qualité fondamentale, que possède tout plasma normal, de pouvoir se coaguler spontanément.

II. — Coagulation du plasma.

On démontre facilement la coagulabilité spontanée du plasma de mammifère en soumettant à la centrifugation un segment, isolé entre deux ligatures et excisé, d'une grosse veine de chien ou d'un autre mammifère. Dans cette veine, le sang reste sans s'altérer pendant de longues heures (Hewson, Fredericq). Après une énergique centrifugation, plasma et globules sont complètement séparés. On peut recueillir isolément le plasma, complètement fluide et transparent, tout à fait privé de cellules. Transporté dans un tube paraffiné, ce plasma reste fluide plus ou moins longtemps; transvasé dans un tube de verre, il se solidifie en quelques minutes.

On peut se procurer plus facilement le plasma pur d'un chien intoxiqué par la propeptone ou le plasma d'un oiseau ou d'un poisson. A l'inverse du plasma normal de chien, ces liquides ne se coagulent pas au contact du verre (ou ne se coagulent que très tardivement). Mais il suffira de les diluer dans cinq à dix fois leur volume d'eau pour opérer leur rapide solidification.

Cette qualité inhérente à tout plasma de pouvoir se coaguler par ses seules ressources avait été proclamée par Wooldridge. Elle est de la plus haute importance, puisqu'elle démontre que tout plasma naturel contient en lui tous les éléments nécessaires à la formation de la fibrine. A ce point de vue, il n'y a donc aucune différence d'un plasma de vertébré à l'autre. Si l'on constate qu'au contact du verre, tel plasma se coagule et tel autre reste fluide indéfiniment, cela ne prouve pas qu'il manque au second un élément présent dans le premier. Cela montre tout simplement que, dans le second, les conditions sont moins favorables à une coagulation que dans le premier, ce que l'on exprime en disant que le second des liquides est une solution colloïdale plus stable que le premier.

Quand on a affaire à un de ces plasmas stables qui se refusent à se solidifier dans les conditions ordinaires, on peut en déterminer la coagulation par des moyens variés. On a cité la simple dilution dans l'eau. On peut utiliser aussi l'action coagulante des poudres. Soit un plasma de poisson; conservé dans un tube de verre, il reste indéfiniment fluide. On lui ajoute un peu d'une poudre de verre porphyrisé : il se coagule en quelques minutes. En introduisant la poudre impalpable de verre dans le plasma, on a augmenté à l'infini la surface de contact entre le verre et le liquide, et ce simple expédient a eu raison de la stabilité du liquide.

Procurons-nous un peu d'oxalate calcique en mélangeant, au fond d'un tube à réaction, une goutte d'une solution de chlorure calcique à 10 % et une goutte d'oxalate sodique à 3 % (le mélange contient un excès dissous de chlorure calcique). Laissons le précipité d'oxalate calcique s'organiser en cristaux. Après quelque temps, ajoutons deux centimètres cubes de plasma de propeptone. Le

milieu reste fluide, la poudre cristalline d'oxalate n'a pas d'action coagulante manifeste. Il en est de même du verre porphyrisé. Donc le plasma de propeptone est plus stable que le plasma de poisson.

Mais faisons la première expérience en suivant une marche un peu différente : ajoutons à deux centimètres cubes de plasma de propeptone une goutte de chlorure calcique et ensuite une goutte d'oxalate sodique. Chose remarquable, il ne se produit pas de précipité d'oxalate calcique. Le milieu devient fortement opalescent et laisse passer une lumière rougeâtre. L'oxalate calcique est maintenu en solution par les colloïdes du milieu et il est lui-même à l'état colloïdal, comme le prouve le changement des qualités optiques du liquide. Mais cet équilibre de solution est très instable; il ne persiste que pendant quelques minutes. Passé ce temps, le milieu se trouble; il apparaît de petits grains visqueux qui s'agglutinent. Ils ont un centre formé de sel calcique, mais leur périphérie est faite de fibrine. Bientôt la coagulation s'étend à tout le liquide; un caillot compact s'est constitué.

Ici aussi, il a suffi de multiplier énormément le contact entre les éléments de la fibrine et l'oxalate calcique pour que l'expérience donne un résultat tout nouveau. D'un milieu à l'autre, il n'y a aucune différence de composition chimique; la masse pondérale de l'oxalate calcique est la même dans les deux essais; seule la surface est différente. L'action coagulante de l'oxalate, comme celle de la poudre de verre, est donc une pure action de surface.

Ces deux exemples très simples font comprendre pourquoi des milliers de substances d'origines très diverses peuvent avoir une action très décisive sur la coagulation des plasmas naturels. Les microbes, les levures, les protozoaires et toutes espèces de cellules prélevées aux innombrables formes vivantes appartenant aux deux règnes, peuvent faire ce que fait le précipité naissant d'oxalate calcique. D'une manière générale, cette qualité revient à tout protoplasme ou à tout extrait aqueux de protoplasme. Et cela se conçoit, puisque ces liquides contiennent tous des colloïdes instables, dont les granules sont, comme les granules d'oxalate calcique, autant de centres de formation de la fibrine. Mais, en agissant ainsi, ces extraits de protoplasme n'apportent rien d'essentiel au caillot. Pas plus que le verre pulvérisé ou le précipité naissant d'oxalate calcique, ils ne contiennent de thrombokinase, à l'encontre de ce que pense Morawitz.

Qu'ils n'apportent au plasma naturel que l'occasion de se solidifier, cela résulte encore de l'absence de tout effet coagulant sur la solution de fibrinogène pur ou sur la solution de fibrinogène additionnée de thrombogène.

Pour obtenir une solution de fibrinogène contenant aussi du thrombogène, le mieux est d'ajouter un peu d'un plasma naturel de mammifère chauffé à 56° à une solution de fibrinogène pur. Ce mélange ne se coagule ni par la poudre de verre, ni par l'oxalate calcique, ni par les extraits de microbes, levures et autres protoplasmes inférieurs. Mais il se solidifie rapidement par l'action d'une émulsion ou d'un extrait de leucocytes de mammifère. En cela, il se distingue de la solution de fibrinogène pur. Le plasma chauffé lui a apporté le thrombogène et les leucocytes lui ont fourni le troisième élément essentiel de toute fibrine, la thrombozyme.

Au cours de cet exposé, on a donc appris à connaître trois sortes de liquides coagulables : 1° les plasmas naturels, qui se coagulent ou spontanément ou par l'influence des causes les plus diverses et les plus banales; 2° les solutions de thrombogène-fibrinogène, qui se coagulent par les leucocytes; 3° les solutions de fibrinogène qui ne se coagulent pas par les leucocytes seuls, mais seulement par la thrombine, ou par le mélange de thrombozyme et de thrombogène.

L'ensemble des expériences faites pour élucider la cause de ces différences prouve que les plasmas naturels contiennent constamment trois facteurs de coagulation : le fibrinogène, le thrombogène et la thrombozyme, colloïde d'origine leucocytaire.

Mais les expériences précédentes ont montré, en outre, qu'il ne suffit pas qu'un liquide contienne les trois éléments de la fibrine pour qu'il se coagule spontanément. Au contact d'une paroi qui n'exerce sur eux aucune action coagulante, telle que la paroi des vaisseaux ou plus simplement une paroi paraffinée, les plasmas naturels restent fluides. Pour rompre l'équilibre colloïdal très instable qui les caractérise, il faut une influence excitante, telle que celles de la paroi, ou de la poudre de verre, ou de l'oxalate calcique colloïdal. Ces influences excitantes banales, n'agissant que sur les plasmas complets, ont été appelées par moi thromboplastiques.

III. — Les produits de la coagulation du plasma.

Le résultat de la coagulation du plasma est un peu différent suivant les rapports de masse des substances en présence.

Les conditions les plus simples sont réalisées chez les Poissons. Chez les Poissons, on trouve, comme produit unique de la coagulation, la fibrine, et la formation de la fibrine a été accompagnée de la disparition totale de la thrombozyme et du fibrinogène et presque totale du thrombogène. On peut conclure de ce bilan que la fibrine naît par union des trois colloïdes du plasma. S'il reste un peu de thrombogène, c'est parce que cet élément se trouve toujours en large excédent dans les humeurs de

tout vertébré. Cet excédent persiste d'ailleurs inaltéré; il n'a pas pris part à la réaction.

La coagulation, quand elle se présente ainsi à l'état pur, est donc tout à fait différente de ce qu'on se figure généralement. Elle n'est pas un phénomène où intervient un agent catalytique, comme l'enseigne la théorie classique. Elle est tout simplement l'union de trois colloïdes solubles en un complexe insoluble, la fibrine. Cette union ne peut se produire (dans les conditions habituelles de température) que dans les milieux qui sont pourvus d'une certaine quantité de sels solubles de chaux, ou mieux d'ion calcium (Sabbatani). Cette intervention d'un cation bivalent n'a rien qui doive étonner dans un phénomène de ce genre. On sait l'influence considérable des ions de valence double ou triple sur la floculation des poudres en suspension ou des colloïdes instables (en pseudo-solution).

Chez les Mammifères, les choses peuvent se passer, dans certaines conditions expérimentales, exactement comme chez les Poissons. Mais, d'habitude, le phénomène se complique. La raison en est simple : chez les Mammifères, la thrombozyme et le thrombogène sont beaucoup plus abondants dans le sang que le fibrinogène. Il en résulte qu'au moment de l'union des trois facteurs, il se produit deux espèces de complexes : des complexes mieux pourvus de fibrinogène qui sont insolubles, des complexes moins bien pourvus de fibrinogène qui sont solubles, ces derniers probablement en petite minorité. La fibrine insoluble se précipite, c'est celle que l'on voit. L'autre reste en solution (à côté d'un peu de thrombogène qui a échappé à toute combinaison). Cette fibrine soluble a gardé beaucoup d'affinité pour le fibrinogène. Introduite dans une solution de fibrinogène, elle s'unit à cet élément et devient de la fibrine ordinaire, qui se précipite. Cet apport complémentaire de fibrinogène à un complexe qui en contient déjà un peu est un phénomène tout différent de la constitution du complexe même par union directe des trois facteurs. On conçoit qu'il se produise dans des conditions légèrement différentes et qu'il suive d'autres lois : ainsi l'union de la fibrine soluble au fibrinogène peut se faire en l'absence de l'ion calcium.

Si, dans l'exposé qui précède, on change les noms, si l'on nomme thrombine ce qui a été appelé fibrine soluble, on aura établi les rapports qui existent entre l'opinion ici exposée et la théorie classique. Dans la théorie classique, la thrombine préexiste à toute coagulation; elle en est la cause. Pour moi, elle apparaît pendant la coagulation, dont elle est un produit. Cette idée avait été déjà nettement conçue et exposée par Wooldridge. Il avait montré que tout plasma qui ne se coagule pas, pour l'une ou l'autre raison, est complètement privé de thrombine. Vient-on à provoquer la coagulation par un moyen banal, toujours (pour tous les plasmas naturels de Mammifères) on trouvera de grandes quantités de thrombine dans le sérum. C'est ce que l'on obtiendra avec le plus stable des plasmas, le plasma de propeptone, par une simple dilution dans l'eau. Ces expériences prouvent, de plus, que la thrombine se produit abondamment en l'absence de toute cellule blanche, à l'encontre de la théorie classique ou de la théorie de Morawitz.

Mais, pourra-t-on objecter, la thrombine apparaît peut-être bien avant la fibrine, et la coagulation n'est que la conséquence de la formation préalable de thrombine. Si l'on établit exactement le moment d'apparition de la thrombine dans un plasma qui se coagule, on constate que la thrombine apparaît au moment même où le milieu commence à se solidifier. Si, d'autre part, on ajoute de la thrombine à du plasma de peptone, comme l'a fait Wooldridge, on n'en produit pas la coagulation. Rien n'autorise à dire que la production de thrombine précède la coagulation; tout porte à croire que les deux phénomènes, n'en font qu'un : fibrine insoluble et thrombine (fibrine soluble) se forment en même temps.

Cette thrombine, à laquelle la théorie classique a donné une position centrale, ne serait donc en réalité qu'un produit de la coagulation et, qui pis est, un produit accessoire, sans aucune signification ni utilité. Le fait qu'elle manque chez les Poissons, dont la coagulation est identique dans son essence à celle des Vertébrés, prouve qu'il en est bien ainsi.

La coagulation, disent tous les auteurs, est un phénomène catalytique, puisque, lorsqu'on provoque la coagulation d'un milieu en lui ajoutant de la thrombine, on retrouve celle-ci dans le sérum. Il est probable que si l'on avait pu doser exactement la quantité de thrombine présente avant et après la coagulation, on en aurait trouvé dans la plupart des cas *davantage après la coagulation qu'avant*. Tout simplement parce que les milieux qui servent à ces expériences sont d'habitude des plasmas et que la coagulation d'un plasma est accompagnée d'une néo-formation de thrombine.

IV. — Fluidité du sang dans les vaisseaux.

Tant la coagulation d'un plasma que la coagulation d'une solution de fibrinogène par la thrombine sont dues à des unions entre des colloïdes, avec précipitation du produit insoluble. Mais, s'il en est ainsi, comment comprendre la fluidité du plasma dans les vaisseaux? Le plasma comprend tout ce qui est nécessaire à la formation de la fibrine, et pourtant la fibrine ne se produit pas aussi longtemps que le sang n'est pas extravasé. On a parlé d'une action anticoagulante de la paroi des vais-

seaux. C'était oublier la lymphe, qui a même composition qualitative que le plasma et qui baigne toutes les cellules de l'organisme.

L'étude des suites de l'injection rapide de propeptone dans les veines est très instructive à cet égard. Quand cette injection est faite chez le chien et que la quantité administrée est suffisante, on constate que le sang devient tout à fait incoagulable. Si l'injection est très faible, le sang reste coagulable; mais la lymphe hépatique devient incoagulable. Le plasma incoagulable de l'intoxication peptonée possède tous les éléments de la fibrine. S'il ne se solidifie pas, c'est parce qu'il contient en abondance une substance anticoagulante sécrétée par le foie, l'antithrombine hépatique. Cette substance n'est pas seulement sécrétée dans l'intoxication propeptonée aiguë. Le foie la déverse abondamment dans le sang chaque fois que la coagulabilité du sang est rapidement augmentée. Le foie est donc sensible à un excès de coagulabilité et il peut la neutraliser, même avec excès. On voit apparaître ici une régulation extrêmement intéressante, exercée par le foie, et qui a pour effet de maintenir constante, entre certaines limites, la coagulabilité du plasma. L'agent actif est l'antithrombine, qui s'oppose à la gélification du plasma. Dans l'organisme, il existe entre l'antithrombine, d'une part, et toutes les cellules chargées de substances thromboplastiques, d'autre part, un antagonisme perpétuel, les secondes poussant à la coagulation, la première s'y opposant. Et la sécrétion de l'antithrombine est réglée de telle façon que la coagulation ne se fait pas aussi longtemps que les conditions restent normales. Dans le sang extravasé, les substances étrangères que le sang mouille ou qu'il a dissoutes viennent ajouter leur influence aux actions thromboplastiques appartenant au sang même. L'antithrombine n'est plus suffisante, elle ne se renouvelle plus, la coagulation a lieu.

Dans tel plasma recueilli pur, celui du mammifère, l'équilibre est tellement instable que le simple contact d'une paroi de verre est suffisant pour déclancher le processus; dans tel autre (ceux de poisson ou d'oiseau), l'action de la paroi de verre est insuffisante; il faut des agents thromboplastiques plus actifs.

L'intervention du foie dans les phénomènes de coagulation n'est pas limitée à la sécrétion d'une antithrombine. Il y a des arguments très sérieux, tirés de l'expérience, en faveur de l'origine hépatique du thrombogène et du fibrinogène.

V. — Spécificité de la thrombozyme.

Dans cette union à trois qui produit la fibrine, il y a lieu de faire une distinction entre les deux soudures. Cette distinction ne pouvait être établie qu'à la condition de disposer de solutions pures de chacun des trois facteurs. Puisque cette condition est actuellement remplie, on peut faire l'expérience suivante : dans un premier tube, on ajoute du fibrinogène, pris à un mammifère, à un mélange de thrombogène et de thrombozyme pris à un poisson; dans un second tube, on mélange de la thrombozyme d'un poisson à du thrombogène et du fibrinogène de mammifère.

Le premier liquide se coagule, le second reste fluide indéfiniment. On peut dire que le fibrinogène de tous les Vertébrés peut s'unir au couple thrombozyme-thrombogène de chacun d'entre eux, mais que la thrombozyme d'un vertébré n'a d'affinité que pour le thrombogène du même vertébré ou des vertébrés voisins (la thrombozyme des Sélaciens ne s'unit pas au thrombogène des Téléostéens). En d'autres termes, la soudure thrombozyme-thrombogène possède, d'une façon plus ou moins marquée, le caractère de spécificité, qui manque complètement à la soudure thrombogène-fibrinogène.

VI. — Fibrinolyse.

Pour acquérir des notions plus complètes sur la valeur qu'il faut donner à chacun des termes constitutifs de la fibrine, il y a lieu de suivre l'évolution de celle-ci. Le rôle de bouchon pour vaisseaux ouverts que joue la fibrine est, de par sa nature même, transitoire. Sa destinée normale est de disparaître après un certain temps. Si l'on place de la fibrine lavée dans un milieu salin pourvu d'antiseptiques, on constate que la fibrine s'y dissout lentement. Cette fibrinolyse n'a pas été beaucoup étudiée, parce qu'on l'a toujours considérée comme étant un phénomène contingent, n'ayant aucun rapport direct avec la constitution même du caillot. En réalité, elle en est la conséquence nécessaire.

Si l'on ajoute à une solution diluée de fibrinogène une petite quantité de thrombine pure, on obtient un caillot. Conservé à 37° à l'abri des microbes, ce caillot est complètement redissous après quelques heures. La liquéfaction du caillot est le résultat d'un travail de protéolyse, qui transforme en albumoses et peptones la plus grande partie des albuminoïdes constitutifs du caillot.

Cette fibrinolyse atteint tout échantillon de fibrine pure; elle est d'autant plus rapide que la fibrine est plus pure. Avec certaines solutions de thrombine, qui résistent bien elles-mêmes à la température de 37°, on peut faire une expérience intéressante : on ajoute à la solution de thrombine une quantité de fibrinogène strictement suffisante pour qu'un caillot puisse se produire. Ce caillot est bientôt redissous. On renouvelle l'adjonc-

tion de fibrinogène : nouveau caillot, nouvelle fibrinolyse. La même succession peut encore être répétée un grand nombre de fois.

Dans ces caillots successifs, constitués de fibrinogène et de thrombine, ce qui résiste à la protéolyse, c'est la thrombine; ce qui subit la protéolyse, c'est le fibrinogène. Le fibrinogène est coagulé par la thrombine et digéré par elle.

Au lieu d'une solution de thrombine, on peut utiliser un mélange de thrombozyme et de thrombogène. Quand on ajoute du fibrinogène à ce mélange, en présence de sels de calcium, la coagulation se produit et elle est suivie de fibrinolyse. Plus il y a de thrombozyme, plus rapide est la fibrinolyse. Si l'on altère légèrement la thrombozyme par la chaleur, l'activité fibrinolytique faiblit. La thrombozyme possède donc la propriété fibrinolytique tout comme la thrombine, mais elle l'exerce dans des conditions différentes.

Ajoutez la thrombozyme seule (sans thrombogène) au fibrinogène, en présence de chaux; il ne se produit ni coagulation, ni protéolyse du fibrinogène. Ajoutez la thrombozyme et le thrombogène, en l'absence de chaux, au fibrinogène; il n'y aura, encore une fois, ni coagulation, ni protéolyse. Sans thrombogène, sans chaux, la thrombozyme est incapable d'atteindre le fibrinogène pour le coaguler ou le digérer. Au contraire, la thrombine a directement prise sur le fibrinogène, en l'absence de chaux, pour le coaguler et le digérer.

Si donc il existe entre la thrombine, d'une part, et le couple thrombozyme-thrombogène, d'autre part, une différence essentielle au point de vue du pouvoir coagulant, si la première coagule le fibrinogène dans les milieux privés de chaux, dans lesquels les seconds sont tout à fait inactifs, la même différence radicale les sépare au point de vue du pouvoir protéolytique.

On peut conclure de ce parallélisme que la coagulation est le préliminaire obligé de la digestion du fibrinogène : pas de coagulation, pas de protéolyse. C'est la thrombozyme qui digère le fibrinogène; mais, pour le digérer, il faut qu'elle puisse le joindre. Elle n'y arrive pas quand elle est seule avec lui; le concours du thrombogène et de la chaux lui est indispensable. Mais ce pouvoir une fois acquis, elle le conserve.

Ces faits nous révèlent l'essence de la coagulation du plasma : elle est une prise de contact entre plusieurs colloïdes, dont un doué d'activité enzymatique. Cette prise de contact n'est pas un phénomène catalytique, puisqu'elle consomme les colloïdes qui réagissent. Et d'ailleurs, souvent, les choses en restent là : la fibrine résiste à l'autolyse, la coagulation n'est pas suivie de digestion (à cause de la présence de substances empêchantes).

VII. — Coagulation du sang complet.

Quand du sang complet se coagule, la coagulation intéresse le plasma et les leucocytes. Les cellules s'agglutinent et se détruisent, le plasma s'enrichit en thrombozyme. L'agglutination et la destruction des cellules sont dues à la coagulation massive, qui se fait à leur surface et dans l'épaisseur de leur écorce protoplasmique, du thrombogène et du fibrinogène plasmatiques : le plasma a envahi les cellules. Mais les cellules, en mourant, déversent dans le plasma toutes leurs réserves : elles se dissolvent en lui.

Dans les conditions de la vie normale, ces phénomènes existent aussi, mais très atténués. Les cellules blanches abandonnent au plasma une partie de leur thrombozyme, et, par une bonne réciprocité, le plasma cède aux cellules de faibles quantités de thrombogène et de fibrinogène qui se fixent en une couche ultra-microscopique de fibrine sur la paroi cellulaire. Ainsi les cellules peuvent prendre leur part des réserves protéiques du plasma et faire de l'albumine insoluble cellulaire aux dépens de l'albumine soluble plasmatique. Mais cette fibrine ainsi acquise pourra être ultérieurement digérée par le protoplasme leucocytaire, et la coagulation, phénomène d'assimilation, aura été le prélude d'une digestion, phénomène de désassimilation.

En se détachant du protoplasme leucocytaire, la thrombozyme a emporté cette qualité mystérieuse de pouvoir digérer certaines substances protéiques. Mais elle peut difficilement l'utiliser, faute de contact avec les éléments protéiques du plasma. En s'implantant dans le complexe thrombine, elle augmente son champ d'action, elle amplifie ses affinités de surface de toute la surface du complexe qui la porte. Agent protéolytique par la thrombozyme qu'elle contient, la thrombine s'attaque au fibrinogène pur, qui est inaccessible à la thrombozyme seule.

Le complexe thrombine est ainsi doué d'une des activités du protoplasme leucocytaire. Il peut coaguler le fibrinogène à sa surface pour le digérer ensuite, et ce double travail d'assimilation et de désassimilation, il peut le renouveler un certain nombre de fois. Mais, chez lui, plus d'activité inhibitrice qui puisse réfréner ce double mouvement en chacun de ses moments. On n'assiste plus à la vie d'une cellule, mais au travail d'une enzyme. Et ce n'est certes pas le résultat le moins intéressant de l'étude de la coagulation, que d'avoir montré comment cette enzyme s'est constituée et comment les propriétés de l'ensemble dérivent des qualités des constituants.

P. Nolf,
Chargé de Cours à l'Université de Liége

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Hale (George Ellery), *Director of the Mount Wilson Solar Observatory*. — **The Study of Stellar Evolution. An account of some recent methods of astrophysical research.** — 1 *vol. in-8° de 250 pages, avec photographies et planches.* (*Prix* : 20 *fr.*) *Wesley and Son, éditeurs. Londres*, 1909.

L'astronome qui s'intéresse à l'étude de l'Evolution stellaire, c'est-à-dire au problème passionnant de la vie des étoiles, sera bien déçu s'il achète le livre que vient de faire paraître le savant Hale, très connu par ses recherches solaires.

Ce n'est pas dans ce volume qu'il ira chercher la discussion approfondie de toutes les hypothèses cosmogoniques, et le sous-titre de l'ouvrage nous paraît infiniment plus exact.

Evidemment, en considérant notre Soleil comme l'une des étoiles de la Voie lactée, son étude peut entrer dans le cadre de l'astronomie stellaire, mais la physique du Soleil est encore trop peu avancée pour nous fournir des renseignements intéressants sur l'évolution des étoiles. L'auteur a d'ailleurs soin, dans sa préface, d'en avertir le lecteur. Aussi laisse-t-il systématiquement de côté certaines questions relatives au problème de l'évolution stellaire et qui n'ont même pas été abordées : les théories des étoiles variables et temporaires, par exemple; les recherches de sir G. Darwin sur l'évolution et le phénomène des marées; les études de Vogel et de Pickering au point de vue photométrique; la distribution des étoiles de divers types; les recherches de Campbell sur les spectres stellaires, le développement par ce dernier de la méthode spectrographique pour déterminer les vitesses radiales, etc.

M. Hale s'excuse de ces omissions : « Je n'ai pas voulu, dit-il, traiter le problème général de l'évolution stellaire, ni offrir une description complète des méthodes d'observation en Astrophysique. »

Tel qu'il est, cependant, cet ouvrage est extrêmement important; il donne une vue d'ensemble sur les nouveaux instruments imaginés depuis une vingtaine d'années et sur les résultats que nous sommes en droit d'en attendre. Ces instruments sont très répandus à l'Etranger, et M. Hale songe déjà à grouper tous les efforts pour arriver à étudier systématiquement le grand problème de l'évolution stellaire.

En France, remarquons-le en passant, nous sommes moins heureux; c'est avec les plus grandes difficultés que M. Deslandres a pu construire son spectrohéliographe à l'Observatoire de Meudon, et, à l'heure actuelle, faute de ressources, on est loin d'en tirer tout le parti possible. Aussi sommes-nous très distancés par le travail opéré de l'autre côté de l'Océan. Là-bas, en effet, toutes les grandes entreprises scientifiques sont placées sous le patronage de quelque riche Mécène. Il nous suffira de citer les dernières créations astronomiques :

L'Observatoire du Mont Hamilton, près de San Francisco, a été fondé à l'aide d'un legs de James Lick. Il est muni d'un réfracteur de $0^{m},915$ de diamètre et de $17^{m},60$ de longueur focale;

L'Observatoire de Chicago a été créé par M. Yerkes, qui, en octobre 1882, offrait une somme illimitée à l'Université de cette ville pour la construction d'une lunette « superlative »;

Enfin, l'Observatoire du Mont Wilson, a été créé spécialement pour les recherches solaires, par l'Institution Carnegie, dans des conditions merveilleuses. Aucun autre observatoire ne sera équipé d'une façon aussi parfaite, et il semble, au premier abord, que le rôle des astronomes devienne, dans ces conditions, purement passif.

Il n'en est rien, cependant, et là, plus qu'ailleurs, l'astronome reste le principal et le meilleur instrument de l'observatoire. La lecture du livre de M. Hale ne peut que nous fortifier dans cette idée. A chaque page on devine toute l'énergie et l'étonnante habileté qu'il a dû déployer pour arriver à la création du spectrohéliographe et à l'obtention des magnifiques photographies placées à la fin du volume.

D'autre part, l'étude du Soleil, dont les astronomes du Mont Wilson font leur spécialité, nous conduira plus tard à la connaissance de ce qui se passe dans les étoiles lointaines qui peuplent l'immensité du Ciel.

Notre Soleil, l'une de ces étoiles, se laisse mieux observer grâce à son voisinage immédiat; les phénomènes qui se passent à sa surface peuvent donc nous conduire à prévoir les secrets de sa destinée, comme aussi à deviner quel était son état antérieur.

Laplace est le premier qui ait donné une synthèse vraiment sérieuse de la formation de notre monde solaire. Mais sa théorie, bâtie à une époque déjà ancienne, a dû être complètement remaniée. De cette hypothèse, il ne reste presque rien, sinon l'idée d'une nébuleuse; encore admet-on aujourd'hui qu'elle devait être extrêmement raréfiée. Faye, dans les temps modernes, a essayé de modifier l'œuvre de Laplace, sans parvenir toutefois à résoudre de graves objections, et il faut arriver jusqu'à ces dernières années pour trouver une hypothèse sérieuse tenant compte de toutes les particularités connues actuellement, et donnant de ces particularités une explication vraiment plausible.

Nous voulons parler de la magistrale théorie que M. le colonel du Ligondès a exposée dans sa *Formation mécanique du système du monde*.

Si l'on a souvent reproché aux savants français leur ignorance des œuvres importantes publiées à l'Etranger, il me semble que ce reproche pourrait s'adresser tout autant aux savants du Nouveau Monde qui ne tiennent pas plus compte de la littérature scientifique des autres Puissances. M. Hale semble ignorer complètement les tentatives du genre de celles que nous signalons : c'est une grave lacune dans son ouvrage, qui cependant discute des théories d'importance fort secondaire, comme celles de Chamberlain et de Moulton.

Quant à l'hypothèse météoritique de M. Lockyer, mentionnée par l'auteur, elle paraît bien insuffisante pour résoudre le problème cosmogonique qui a été posé en termes si nets par M. Wolf : « Une hypothèse cosmogonique, pour être complète et répondre au sens même du mot, doit prendre la matière à l'état primitif d'où elle est sortie des mains du Créateur avec ses propriétés et ses lois, et, par l'application des principes de la Mécanique, en faire surgir l'Univers entier tel qu'il existe aujourd'hui. » Pour le système solaire, en particulier, le problème se pose donc en termes très nets : « Expliquer comment une même matière a pu, en obéissant aux lois de Newton, donner naissance à des corps, soleil, planètes et satellites[1] », remplissant les conditions que l'Astronomie nous a révélées.

L'énoncé de ces simples conditions suffit à écarter les théories météoritiques, quelles qu'elles soient.

Les météorites qui pourraient donner naissance à un système solaire sont, en effet, des corps trop com-

[1] Wolf : *Les hypothèses cosmogoniques*, p. 1 et 6.

plexes pour que nous ne soyons pas amenés à supposer un état antérieur plus simple. Elles sont, sans aucun doute, le produit d'une évolution déjà longue. D'où viennent-elles? On ne fait donc, en supposant leur existence, que reculer la difficulté sans la résoudre. En admettant leur existence, on étudie l'une des phases de la formation d'un système, mais, encore une fois, on n'a pas remonté à l'origine même du monde.

Les chapitres théoriques sont, il faut l'avouer, la partie faible du livre de M. Hale. Mais, dès qu'on aborde l'étude expérimentale du Soleil, on sent que l'auteur est vraiment sur son terrain.

Ici, M. Hale n'a qu'à faire l'histoire de ses propres travaux. Nous recommandons tout particulièrement les pages fortement documentées sur les phénomènes de la surface solaire, — taches, facules, grains de riz, etc., — étudiés d'après les premières données de l'Astronomie moderne.

Les travaux récents sur les enveloppes du Soleil et en particulier sur la chromosphère — floccules, couches d'hydrogène et de calcium — sont présentés d'une façon aussi claire qu'intéressante.

On trouvera également les dernières conclusions sur la température des étoiles suivant leur type; mais la majeure partie de l'ouvrage est consacrée à la description des instruments actuellement employés pour l'étude de la Physique solaire.

Ce n'est pas la partie la moins intéressante, et M. Hale l'a d'autant mieux traitée que nous lui devons presque complètement l'invention des appareils destinés à remplir le but que se propose, à ce point de vue, l'Astronomie physique.

Disons, en terminant, pour guider le lecteur, que le volume est nettement divisé en deux parties : le texte proprement dit, avec quelques figures schématiques, comprenant 250 pages, et un supplément formé de 104 magnifiques reproductions de photographies, où l'on trouve représentés les Observatoires Lick, Yerkes et du Mont Wilson, avec leurs appareils.

L'auteur n'a pas manqué d'ajouter les résultats obtenus avec ces magnifiques instruments : photographies du Soleil, des protubérances et des spectres stellaires.

L'ensemble de ces planches forme, sans contredit, l'une des plus belles collections que l'on ait encore publiées dans un ouvrage destiné au grand public.

Ajoutons que le livre est imprimé en caractères neufs et sur très beau papier, détail qui n'est pas sans importance, puisqu'il contribue à donner au lecteur une idée plus nette des phénomènes grandioses que l'Astronomie physique étudie dans le Soleil.

Abbé Th. Moreux,
Directeur de l'Observatoire de Bourges.

2° Sciences physiques

Mache (H.), *Professeur à l'Ecole technique de Vienne*, et **Schweidler** (E. von), *Professeur à l'Université de Vienne*. — **Die Atmosphärische Elektrizität.** — 1 *vol. in-8° de* 247 *pages, avec* 20 *figures.* (*Prix* : 7 *fr.* 50.) *Friedrich Vieweg, éditeur. Braunschweig*, 1909.

Dans ce petit volume, on trouve réunies, sous une forme très maniable, la description des méthodes modernes d'étude de l'électricité atmosphérique et l'indication des résultats qui doivent être considérés comme acquis. Il est divisé en sept chapitres : 1° Le champ électrique de l'atmosphère; 2° La conductibilité électrique de l'atmosphère; 3° Les ions de l'atmosphère; 4° Les actions ionisantes et électrisantes de l'atmosphère; 5° Les courants électriques de l'atmosphère; 6° Les décharges lumineuses dans l'atmosphère; 7° Les théories de l'électricité atmosphérique.

Dans le premier chapitre, on indique les méthodes de mesure du champ électrique au-dessus du sol. Les auteurs montrent très brièvement, — trop brièvement, parce que quelques indications plus précises ne seraient pas superflues, — que, d'après Benndorf et Conrad, les prises de potentiel à collecteurs radioactifs, *du moins à substances émettant des rayons* β, ne sont pas à recommander. Après une description de l'électromètre Exner, ils donnent en un tableau (p. 21) un résumé des valeurs trouvées pour le champ (en volts par mètre) en divers points du globe : ces valeurs varient de 53 dans l'Océan Indien (d'après Exner), jusqu'à 242 (valeur moyenne pour l'année) à Potsdam. La variation annuelle, la variation diurne à double oscillation en région basse, et à oscillation qui tend à devenir simple quand on s'élève au-dessus du sol, sont décrites sommairement.

A propos de la conductibilité de l'air atmosphérique, les auteurs commencent par résumer en quelques pages la théorie des ions. Ils décrivent les appareils d'Elster et Geitel, et de Gerdien. Ils donnent quelques résultats des mesures de déperdition, en nombre de volts *pour cent*, dont baisse, *par minute*, le potentiel négatif, puis le potentiel positif; on déduit de ces deux nombres le rapport des vitesses de déperdition $q = \frac{a_-}{a_+}$, qui est toujours égal ou supérieur à 1, et qui peut prendre des valeurs notablement plus grandes jusqu'à $q = 15$ sur des sommets de montagne. Sur ce dernier point, les auteurs glissent très rapidement, et avec raison, à mon sens, puisque, sur la manière dont s'établit cette dissymétrie quand on passe de la plaine ou de la vallée à la montagne, les physiciens ne se sont pas encore mis d'accord : les premiers auteurs admettaient que la déperdition négative augmente beaucoup quand on s'élève en montagne, la déperdition positive variant peu; il me paraît, au contraire, résulter de mes mesures et de celles de mes élèves (Baldit, Seignet), confirmées par celles de Piltchikoff, que c'est par diminution de la déperdition positive que s'établit la dissymétrie quand on monte.

La teneur de l'atmosphère en ions, dans les diverses conditions météorologiques, les moyens d'ioniser et d'électriser l'atmosphère, et les moyens de rechercher la nature et la proportion des substances radioactives qui peuvent y être contenues, à titre d'émanations, par exemple, font l'objet des chapitres suivants. Le cinquième chapitre est consacré aux courants électriques dans l'atmosphère, à la recherche de la somme des courants verticaux sur la surface entière de la Terre, aux courants de convection dus à la pluie et à la neige : à peu près tout ce que l'on *sait* aujourd'hui sur ces questions si importantes est exactement rappelé.

Le sixième chapitre sur les décharges électriques, orages, aurores boréales, etc., est vraiment trop réduit. On eût aimé quelques développements sur l'enregistrement des décharges atmosphériques, et surtout sur les idées de Lodge, qui ont conduit à de si intéressantes conclusions pratiques, relatives à la construction des paratonnerres. Les théories modernes de l'électricité atmosphérique sont rappelées en quelques pages.

Ce petit ouvrage est, en somme, un bon manuel pour qui veut se mettre rapidement au courant des résultats aujourd'hui connus en électricité atmosphérique.

Bernard Brunhes,
Directeur de l'Observatoire du Puy de Dôme.

Toubeau (M.), *Docteur en Droit, Inspecteur du Service de la Répression des Fraudes.* — **La Répression des Fraudes sur les produits alimentaires,** *avec préface de* M. Roux, *Docteur ès-Sciences, Chef du Service de la Répression des Fraudes.* — 1 *vol. in-8° de* 328 *pages.* (*Prix* : 6 *fr.*) *Rousseau, éditeur. Paris*, 1909.

La nouvelle législation sur la répression des fraudes a semé dans le monde commercial des inquiétudes souvent injustifiées, a suscité dans les milieux judiciaires, avec un surcroît de besogne inattendu, des incertitudes nombreuses, et n'a été pourtant que le point de départ d'une œuvre de réglementation beaucoup plus complexe encore.

Sans doute, avant la loi du 1er août 1905, qui est le texte fondamental en la matière, il existait déjà des dispositions légales contre la Fraude (Art. 423 du Code pénal, loi du 27 mars 1851); il existait aussi, sur quelques points du territoire, des services municipaux de recherche, de prélèvement et d'analyse, qui assuraient au public les garanties nécessaires contre des pratiques frauduleuses préjudiciables à la fois aux intérêts économiques généraux et à la santé des consommateurs.

Mais il n'y avait là qu'une organisation très insuffisante, qui n'avait pu s'opposer à cette floraison de sophistications de toute nature, à laquelle il nous a été donné d'assister en ces dernières années.

Pour prendre des mesures plus efficaces, le législateur français n'avait qu'à s'inspirer de l'exemple des nations voisines.

Depuis 1875 en Angleterre, 1879 en Allemagne, 1890 en Belgique, 1898 en Autriche, l'Etat est armé de pouvoirs spéciaux de surveillance et de contrôle sur les denrées alimentaires ; il a des agents qui vont chez les commerçants prélever des échantillons, lesquels sont ensuite soumis à l'analyse de Laboratoires officiels. De cette manière, peut-on dire, la police, au lieu d'attendre que la fraude ait fait des victimes, se porte, en quelque sorte, au-devant d'elle et la saisit à son origine même.

La loi du 1er août 1905, après avoir renforcé et codifié les dispositions légales antérieures, a donné à l'Administration, par son article 2, les pouvoirs réglementaires qui, à cet égard, lui faisaient défaut auparavant.

Les trop rares organisations municipales disséminées dans toute la France ont fait place à des services préfectoraux permanents et uniformes qui procèdent en vertu d'une méthode identique au contrôle des denrées alimentaires ; les échantillons prélevés par ces services sont soumis à une analyse de triage dans un Laboratoire régional, subventionné à cet effet par le Ministère de l'Agriculture, et, lorsque le laboratoire conclut à l'existence d'une fraude, une enquête judiciaire commence. Les résultats heureux de cette procédure nouvelle n'ont pas tardé à se faire sentir ; partout les laboratoires constatent une diminution dans la proportion des produits reconnus mauvais.

D'ailleurs, ce n'est pas simplement à une œuvre de réglementation répressive que nous aura conduits la loi du 1er août 1905. Des décrets ont été élaborés, avec le concours des négociants eux-mêmes, en vue de *définir* les aliments purs, d'indiquer le sens exact de certaines dénominations, d'éliminer, en s'inspirant des usages constants du commerce loyal, des pratiques susceptibles de créer dans l'esprit de l'acheteur une confusion sur la composition réelle des produits. Dans cet ordre d'idées, le récent Congrès international de Genève a posé les premiers jalons de la législation future. Voilà certainement des questions qui méritent d'être étudiées avec attention.

L'ouvrage de M. Toubeau comprend trois parties :

La première est consacrée à l'étude des textes (Loi du 1er août 1905, notamment) ;

La seconde, beaucoup plus étendue, examine en détail la procédure du prélèvement, le rôle des Laboratoires, l'expertise contradictoire ;

La troisième traite de l'intervention des Syndicats professionnels dans la répression des fraudes.

Dans une annexe A, se trouvent réunis tous les principaux documents (Lois, Décrets, Circulaires) relatifs à la matière. Une annexe B contient les lois étrangères fondamentales qu'il y a intérêt à mettre en parallèle avec les nôtres. Enfin, un appendice sur le Congrès de Genève, auquel nous avons fait allusion ci-dessus (avec le Rapport technique de M. E. Roux, Chef du Service de la Répression des Fraudes), complète cette publication.

X. Rocques,

Chimiste-expert des Tribunaux de la Seine.
Membre de la Commission technique permanente de la Répression des Fraudes.

3° Sciences naturelles

Wildeman (Em. de), *Docteur ès Sciences naturelles, Conservateur au Jardin botanique de l'Etat, à Bruxelles.* — **Etudes de Systématique et de Géographie botaniques sur la Flore du Bas-Congo et du Moyen-Congo.** — *Annales du Musée du Congo, Botanique, série V, vol. II. Bruxelles*, 1909.

Continuant la série de ses belles recherches sur la végétation du Congo belge, M. de Wildeman vient de publier le second volume de ses *Etudes sur la Flore du Bas et du Moyen-Congo.* Ce second volume est composé de trois fascicules; le dernier contient 89 grandes planches, qui complètent et éclairent admirablement un texte abondant, dans lequel sont décrites d'innombrables espèces dont beaucoup sont nouvelles. M. de Wildeman s'est, d'ailleurs, occupé aussi bien des Cryptogames que des Phanérogames; c'est vraiment une Flore de l'Etat Indépendant qu'éditie en ce moment, avec sa haute compétence, le savant botaniste belge.

Il faut tout l'acquis scientifique de l'auteur et ses larges connaissances en Botanique systématique pour mener à bien, en dépit de toutes les difficultés, un tel travail. Souhaitons que nous ayons le plus tôt possible, pour les autres régions de l'Afrique tropicale, de semblables ouvrages d'ensemble, servant de base sûre aux recherches futures qui les compléteront peu à peu. Dans son œuvre, qui peut servir d'exemple et qui est le modèle à suivre, M. de Wildeman nous montre ce qui doit et ce qui peut être fait, si malaisée que la tâche paraisse actuellement.

Henri Jumelle,
Professeur à la Faculté des Sciences de Marseille.

Nuttall (Georges H. F.), *Fellow of Magdalene College, Quick Professor of Biology in the University of Cambridge*; **Warburton** (Cecil), *Christ's College, Zoologist to the Royal Agricultural Society*; **Cooper** (W. F.) et **Robinson** (*L. E*). — **Ticks. A monograph of the Ixodoidea.** *Part I*: **Argasidæ.** — 1 *vol. de x-139 pages*, avec 3 *planches et* 114 *figures dans le texte.* (*Prix* : 6 *fr.* 25.) *Cambridge, University Press*, 1909.

La découverte de l'importance économique des Tiques comme agents transmetteurs d'infection pour l'Homme et les animaux domestiques a ramené l'attention sur ce groupe, et de nombreux travaux ont été récemment publiés. MM. Nuttall et Warburton, aidés pour la partie bibliographique par MM. Cooper et Robinson, ont entrepris de grouper nos connaissances sur les Tiques et d'en donner une monographie complète. Le présent livre est seulement le début de cette étude, et traite de la famille des Argasidés : deux genres sont admis : *Argas* avec 6 espèces certaines, et *Ornithodoros* avec 11 espèces. La description faunique, très détaillée et d'une admirable précision, accompagnée de nombreuses figures pour la plupart originales, est suivie d'un intéressant chapitre biologique : effets et traitement des piqûres, transmission de la spirochétose des Poules par l'*Argas persicus*, de la *tick fever* humaine par l'*Ornithodoros moubata*, etc. Le volume complet comprendra environ 500 pages et paraîtra, si possible, dans le courant de l'année.

L. Cuénot,
Professeur à la Faculté des Sciences de Nancy.

4° Sciences médicales

Hauchamp (Dr L.), *Directeur du Laboratoire de Radiologie des Hôpitaux de Bruxelles*; **Klynens**, (Dr J.), *Radiologiste à Anvers* et **Mahaux** (Dr E.), *Docteur spécial de l'Université de Bruxelles.* — **Atlas de Radiologie normale.** — 1 *vol. in-4° de* 320 *pages, avec* 153 *schémas et radiogrammes.* (*Prix* : 20 *fr.*) *O. Doin, éditeur. Paris*, 1909.

Voilà un ouvrage qui sera bien accueilli par les médecins radiologistes. Cet Atlas n'est pas le premier en

date, mais jamais nous n'aurons trop de sciagrammes-types pour interpréter nos radiographies. Utile au praticien déjà expérimenté, pour lequel il constituera un complément de ses collections de clichés, il sera surtout précieux pour le spécialiste débutant, qui y trouvera non seulement d'excellentes planches, mais des renseignements pratiques et des conseils de technique qui lui aplaniront bien des difficultés. Il faut féliciter les auteurs d'avoir donné, à côté des sciagrammes des régions les plus compliquées, des schémas anatomiques très clairs. Il faut les féliciter aussi de nous montrer les aspects différents que prennent ces régions par suite de changements, même peu considérables, dans la position du sujet. Une chose non moins utile est d'avoir figuré l'aspect des extrémités osseuses aux différents âges. Combien d'erreurs de diagnostic ont été faites, par exemple, à l'occasion d'un traumatisme du coude chez l'enfant, où la tête du radius est séparée largement de la diaphyse !

Des chapitres spéciaux sont consacrés à l'étude des organes urinaires, digestifs, respiratoires, du cœur et de l'aorte. A l'examen radioscopique de l'estomac et à la mensuration orthodiagraphique du cœur est donnée une large place, et les médecins français liront certainement ces articles avec intérêt, car les auteurs se sont richement documentés dans la littérature allemande, et ils ont donné, sous le titre modeste d'Atlas, un ouvrage qui pourrait être un excellent Manuel. Les travaux français leur sont moins connus; il est vrai que les Traités sont trop nombreux pour qu'il soit possible, lorsqu'on publie un atlas, de puiser à toutes les sources.

H. Guilleminot,
Attaché au Laboratoire
des Travaux pratiques de Physique
à la Faculté de Médecine.

Jacquemet (Dr M.), *Médecin en Chef des Hôpitaux, Professeur à l'Ecole de Médecine de Grenoble.* — **Le Pansement à l'Asphalène.** — 1 *broch. in*-8° *de* 64 *pages des « Annales de l'Université ». Grenoble*, 1909.

Ce sujet est beaucoup trop spécial pour qu'une véritable analyse lui puisse être consacrée. Contentons-nous de dire que l'auteur rapporte un certain nombre de guérisons de plaies, brûlures, etc., obtenues par le pansement à l'Asphalène, dénomination d'une « pommade composée aux essences ».

5° Sciences diverses

Bouty (Edmond), *Professeur de Physique à la Faculté des Sciences de Paris, membre de l'Institut.* — **La Vérité scientifique, sa poursuite.** — 1 *vol. in*-8° *de* 358 *pages.* (*Prix* : 3 *fr.* 50.) *Bibliothèque de Philosophie scientifique. Ernest Flammarion, éditeur. Paris*, 1909.

Voici un ouvrage dont la première partie, intitulée : *Les sciences en général*, comprend sept chapitres traitant des sujets qui suivent : Légitimité et valeur de la Science. La marche de la Science. L'Enseignement et la recherche. La Science et l'Industrie. Les instruments, les mesures. Les lois naturelles. L'illusion, les fausses sciences. Le dernier chapitre se subdivise ainsi : L'illusion. La fée Morgane. Le spectre du Brocken. Les fausses sciences. L'Alchimie. La Transmutation des métaux et la Radioactivité. L'Astrologie. Influences astrales. Les horoscopes. Les présages. L'Oneiromancie. La Chiromancie... Enumération qui vous prouvera suffisamment que les sujets annoncés dans le titre du chapitre ne sont pas simplement effleurés. La seconde partie, qui traite des *sciences particulières*, considère successivement : L'origine des Mathématiques. Les Mathématiques et la Métaphysique. Les Mathématiques et les Sciences expérimentales. L'Astronomie de position. L'Astronomie physique. La Mécanique rationnelle. Les ondes. L'Optique, l'éther. Les fluides électriques et les électrons. Les ondes électriques, les vibrations hertziennes. La conservation de l'Energie. Dégradation de l'Energie. Théorie cinétique. La Chimie physique. Les origines de la vie. La Médecine. Les Sciences morales et politiques.

J'ai lu ce livre tout entier et très vite, sans être fatigué par l'extrême variété des sujets, sans jamais trouver trop longs les nombreux chapitres consacrés à la science qui m'est familière. Et j'ai cherché à découvrir le secret du charme qui m'avait saisi dès la première page et ne m'avait abandonné qu'avec le regret de la dernière, trop tôt arrivée. J'ai relu et j'ai noté les procédés de style de l'auteur, dont la citation suivante vous donnera une excellente idée. Il s'agit de la Science et de l'Enseignement : « Les savants négligent presque toujours de nous initier à la genèse de leurs découvertes. Non seulement ils nous dérobent le spectacle de leurs vaines tentatives, de leurs hésitations ; ils nous conduisent par un chemin tout autre que celui qu'ils ont suivi. Parfois l'idée maîtresse, sur laquelle ils insistent, ne s'est précisée pour eux qu'en dernier lieu. A la marche réelle de leur pensée et de leurs expériences, ils en substituent une autre qui, après coup, leur apparaît plus logique, plus aisée. Ils font déjà de l'enseignement. »

Observez ces phrases courtes, dont la brièveté offre à la pensée des repos fréquents. Les affirmations ne sont pas dogmatiques, elles ne sont pas non plus entourées de restrictions. Chaque phrase exprime une idée que vous êtes libre d'accepter ou de contester; M. Bouty n'entend pas se colleter avec le lecteur réfractaire; il ne l'enserre pas dans de longues périodes. Il évite les *mais*, les *si*, les *car*, qui font d'une page entière une phrase unique. Quand on est d'accord avec lui, on lui est reconnaissant d'avoir donné à l'opinion que l'on partage une forme si simple et si claire; quand on est d'un avis différent, on lui sait gré de la discrétion avec laquelle il expose les théories auxquelles on ne saurait souscrire.

Il en est une au sujet de laquelle, au risque de ne pas imiter l'exemple qui m'est donné, je demanderai la permission de discuter avec mon cher Maître. M. Bouty donne à une idée fort répandue la forme suivante : « Les Mathématiques sont pour le physicien un outil très parfait, très fidèle. Mais il ne doit pas se laisser aller à y voir autre chose qu'un outil. Le moule ne contient ni plus ni moins que ce qu'on y a versé. » Je n'ai jamais compris pourquoi, en définissant les Mathématiques appliquées à la Physique comme un outil ou un moule, on entend leur manifester qu'on les tient en médiocre estime et qu'on éprouve à leur égard quelque défiance. Quand je visite le Musée de sculpture comparée au Trocadéro, je ne me sens jamais pris de l'envie de dire que les moules qui ont servi à préparer les pièces que j'admire n'ont rendu ni plus ni moins que le plâtre qu'on y avait coulé. A ce compte, la Chimie ne serait plus qu'une science vaine, depuis le jour où nous avons renoncé à chercher la transmutation des métaux et où nous avons dû nous résigner à ne retrouver dans les composés que les éléments dont ils ont été une fois formés. Et quant à l'outil, je réfléchis que, depuis l'âge de pierre, le progrès matériel de l'humanité consiste dans l'invention d'outils de plus en plus perfectionnés. Je regarde autour de moi : je n'aperçois que des objets qui ont été confectionnés à l'aide d'outils, souvent très nombreux. Il y a des outils, tels qu'un crayon ou une fourchette, dont je ne saurais me passer dans la vie quotidienne, et, dans le laboratoire, je me demande par quel vertige d'orgueil les instruments et les machines ont pu, parce qu'on les a décorés du titre d'appareils, oublier qu'ils n'étaient autre chose que des outils.

Affirmer que les transformations mathématiques ne nous donnent pas quelque chose de nouveau, c'est vouloir que la *chose* soit ce substratum inaccessible, dont les diverses relations équivalentes nous font saisir différents aspects. Mais pourquoi ces relations, parce qu'elles ont une signification commune, ne seraient-elles pas, elles aussi, des *choses* distinctes?

C. Raveau,
Docteur ès Sciences.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 14 Juin 1909.

1° Sciences mathématiques. — **M. Em. Picard** présente quelques remarques sur les équations intégrales de première espèce et sur certains problèmes de Physique mathématique. — **M. E. Vallier** communique les résultats auxquels il est arrivé dans l'étude des intégrales pseudo-elliptiques ou hyperelliptiques de la forme :

$$\int_0^x \frac{x^p dx}{\sqrt{X_{2p+2}}}.$$

— **M. S. Zaremba** signale que le résultat auquel est arrivé M. Bernstein dans sa note récente sur le principe de Dirichlet rentre comme un cas particulier dans une proposition qu'il a lui-même déjà énoncée. — **M. J. Chazy** présente ses recherches sur les équations différentielles à points critiques fixes. — **M. Em. Borel** communique une étude sur les variations des quantités statistiques. — **M. Ph. Bunau-Varilla** donne une loi permettant le calcul immédiat du profil approché d'un cours d'eau de débit donné : La moyenne arithmétique des inverses des pentes de l'eau en deux points d'un cours d'eau est égale à l'inverse de la pente moyenne du cours d'eau entre ces points, c'est-à-dire au quotient de la longueur du cours d'eau entre ces points par leur différence de niveau. — **M. J. Guillaume** adresse ses observations du Soleil faites à l'Observatoire de Lyon pendant le premier trimestre de 1909. La surface totale des taches a augmenté d'un tiers ; la diminution des facules, tant en nombre qu'en étendue, persiste. — **M. L. Montangerand** a observé l'éclipse totale de Lune du 3 juin à l'Observatoire de Toulouse ; il en a pris plusieurs photographies. — **M. D. Eginitis** a procédé à la redétermination de la latitude de l'Observatoire d'Athènes par des mesures d'étoiles fondamentales, par des mesures de circompolaires et par la méthode de Horrebow-Talcott. La moyenne des résultats est de 37° 58′ 19″, 71 ± 0″,02 pour le cercle Gautier et de 37° 58′ 19″, 32 ± 0,02 pour le cercle Starke. — **M. A. Angot** donne quelques renseignements sur le tremblement de terre du 11 juin, qui a ébranlé tout le littoral français de la Méditerranée. Il a été complètement enregistré au Parc-Saint-Maur sur le sismographe Weichert. — **M. G. Bigourdan** a recherché les tremblements de terre qui ont dévasté la Provence et le Dauphiné depuis quelques siècles ; aucun d'eux ne s'est produit dans la région dévastée le 11 juin.

2° Sciences physiques. — **M. A. Dufour** a observé, parallèlement aux lignes de force, les dissymétries de positions et d'intensités des composantes magnétiques de certaines raies d'émission (oxyde de chrome) ; il a trouvé un nouveau type de dissymétrie, où la raie modifiée est symétrique vis-à-vis d'une ligne décalée du côté du violet par rapport à la raie initiale. — **M. G. Meslin** a étudié le dichroïsme magnétique des terres rares : il est direct et beaucoup plus intense pour La et Dy que pour Sa et Ga. — **M. d'Ivry** présente un dispositif de commande de signaux à distance avec un seul fil ou sans fil. — **M. G. E. Petit** décrit un nouveau détecteur d'ondes pour la télégraphie et la téléphonie sans fil : il est constitué par une pointe conductrice très fine reposant avec une pression déterminée sur une pyrite de fer naturelle. — **MM. M. de Broglie** et **L. Brizard** estiment que, dans de nombreuses réactions chimiques donnant naissance à des fumées chargées, la production des charges est due, non au phénomène chimique, mais à un phénomène physique concomitant, le plus souvent à une rupture de surface liquide ou cristalline. — **M. A. Laborde** a reconnu que la nature de la paroi intervient dans le phénomène de la condensation de l'émanation du radium. L'émanation est retenue très facilement par certains corps poreux (charbon de bois, écume de mer, mousse de platine), moins par les métaux et encore moins par le verre ou le verre argenté. — **M. Barre** a constaté que la solubilité du sulfate de Ca est considérablement augmentée par la présence du sulfate d'Am et diminuée par celle du sulfate de K. Le sulfate double $CaSO^4(AzH^4)^2SO^4.H^2O$ est stable entre 0 et 100° en présence d'un excès de sulfate d'Am ; le sulfate double $CaSO^4.K^2SO^4.H^2O$ est stable de 0 à 99°. — **M. P. Lemoult** a reconnu que les nitriles sont des composés normaux au point de vue thermique, sans déficit ni surcharge thermique, tandis que les carbylamines sont des composés anormaux, à cause d'une surcharge de 17 à 18 cal. — **MM. L. Barthe** et **A. Minet**, en faisant réagir l'acide cacodylique sur $SbCl^3$, ont obtenu le cacodylate d'antimoine dichloré $As(CH^3)^2OSbCl^2$; l'acide méthylarsinique réagit aussi sur $SbCl^3$ pour donner le méthylarsinate d'antimoine $CH^3AsO(OSbO)^2$. — **M. J. Leroide** a préparé plusieurs combinaisons magnésiennes de la fénone ; celles-ci, chauffées pendant longtemps en présence d'une grande quantité de solvant, se transforment en dérivés magnésiens d'alcools tertiaires. — **M. H. Leroux** a préparé le cis-naphtanediol-β (décahydronaphtylglycol-β) et le transnaphtanediol-β. Le premier fond à 160°, le second à 141° ; ils donnent un composé fusible à 125°. — **M. R. Fosse** a constaté que les dérivés monohalogénés du dinaphtopyrane prennent l'allure de sels métalliques en présence des acides minéraux, de l'acide picrique et de H^2S.

3° Sciences naturelles. — **M. A. Frouin** a constaté que l'absorption de calcium ou de magnésium avec les aliments supprime chez les animaux les symptômes consécutifs à la parathyroïdectomie (crises tétaniques), ainsi que ceux consécutifs à la thyroïdectomie (cachexie). — **MM. H. Guillemard** et **R. Moog** ont reconnu que la perte de poids du corps dans l'unité de temps est plus faible en montagne qu'en plaine ; il en est de même de la perte d'eau. Le rapport entre la quantité d'eau éliminée et la perte de poids totale, qui est voisin de 0,88 en plaine, semble diminuer légèrement en montagne. — **MM. E. Doumer** et **G. Lemoine** ont observé un parallélisme frappant entre l'hypertension artérielle et l'arythmie extra-systolique ; la d'arsonvalisation s'est montrée très efficace contre ces deux symptômes. — **M. A. Moutier** a obtenu de bons résultats dans le traitement de la claudication intermittente et de la gangrène des extrémités inférieures par la d'arsonvalisation. — **M. M. Baudoin** a retiré de l'ossuaire de Belleville (S.-et M.) une série de crânes néolithiques, présentant la déformation artificielle, dite annulaire, connue sur des crânes modernes. Cette déformation est donc très ancienne et autochtone. — **M. M. Oxner** a observé un nouveau cas d'hermaphroditisme chez une Métanémerte, l'*Oersteidia rustica* ; il doit être attribué à la nourriture spéciale et très abondante de cette espèce. — **M. F. Guéguen** a étudié le *Bacillus endothrix*, trouvé dans certaines affections du cuir chevelu. Il est très sensible aux antiseptiques. — **M. L. Gentil** a constaté que les *tirs* ou terres fertiles du Maroc occidental s'étendent à toute la Chaouïa ; elles proviennent de la décalcification, non seulement des sédiments pliocènes, mais encore des calcaires marneux du Crétacé. — **M. G. Garde** a exploré l'Eguéï, région de monticules sableux au nord-est du

Tchad, où il a trouvé du natron, de la thénardite, du gypse et un phosphate de fer voisin de la borickite. — M. E. Haug a reconstitué les géosynclinaux (au nombre de 6), séparés par 5 géanticlinaux, qui existaient dans les Alpes aux temps secondaires.

Séance du 21 Juin 1909.

1° Sciences mathématiques. — M. S. Sanielevici présente ses recherches sur une question de minimum d'intégrale définie. — M. M. Riesz applique certaines méthodes de sommation aux intégrales de Dirichlet. — M. L. Thouveny distingue dans l'aile de l'oiseau des qualités propulsives et des qualités de soutien; il y a contradiction entre les qualités des deux ordres et l'un d'eux doit être plus ou moins sacrifié à l'autre. — M. A. Rateau décrit une méthode d'expériences pour recherches aérodynamiques : les surfaces, corps, modèles ou hélices à étudier sont placés dans un courant très homogène obtenu en faisant sortir par une buse convergente, de largeur assez grande, de l'air soufflé par un ventilateur. — M. Javelle présente ses observations de la nouvelle comète Daniel, faites à l'Observatoire de Nice. — M. H. Bourget adresse les observations de la comète 1909 *a*, découverte par M. Borrelly simultanément avec M. Daniel, faites à l'Observatoire de Marseille. — M. P. Chofardet communique les observations de la comète 1909 *a* (Borelly-Daniel), faites à l'Observatoire de Besançon.

2° Sciences physiques. — M. W. Duane a déterminé la chaleur dégagée par les sels de polonium; elle est de 0,0117 cal. par heure. Les expériences sont favorables à l'hypothèse que la chaleur dégagée est due à l'énergie cinétique des rayons X. — M. L. Houllevigue a constaté que le nombre des ions, positifs et négatifs, qui existent au voisinage des canalisations électriques à haute tension est sensiblement nul, moindre en tout cas que dans les environs; loin de produire des ions, ces canalisations paraissent plutôt capter ceux de l'air ambiant. — M. A. Leduc indique une nouvelle formule du type de Clausius représentant correctement l'écart à la loi de Mariotte entre 0 et 3 atmosphères. — M. E. Mercadier a réussi à envoyer simultanément sur un seul conducteur télégraphique relié à la terre à ses deux extrémités des signaux produits par des courants alternatifs de périodes différentes, et d'autres signaux produits par des courants continus. — M. J. Guinchant décrit un galvanomètre pour courants alternatifs, dans lequel le courant alternatif agit sur une lamelle de fer suspendue à un fil de cocon et placée au centre de deux bobines fixes à axes rectangulaires. — MM. F. Bodroux et F. Taboury, en faisant réagir la méthyl-2-pentanone-4 sur les combinaisons organo-magnésiennes, puis traitant le produit par HCl étendu, ont obtenu les alcools tertiaires qui doivent normalement se former et les carbures éthyléniques correspondant à ces alcools. — MM. A. Haller et Ed. Bauer, en faisant réagir CH^3I sur le camphre sodé au moyen de l'amidure de Na, sont parvenus à remplacer les deux H du groupe CH^2 voisin du carboxyle par deux CH^3; le diméthylcamphre ainsi formé, Eb. 106° sous 11 mm., peut être transformé en amide de l'acide diméthylcampholique, F. 72°-73°, quand on chauffe sa solution benzénique avec l'amidure de Na. — M. Béchamp, en traitant le thio-indigo par les dérivés organo-magnésiens, a obtenu dans tous les cas un produit de réduction instable, dont on peut préparer les dérivés acétylé, F. 248°, et benzoylé, F. 225°. — M. A. Berg a préparé l'acide élatérique par action de KOH sur l'élatérine. Il fond à 73°-75°; sa formule est $C^{23}H^{38}O^7$; ses sels sont amorphes. — MM. G. Bertrand et V. I. Meyer ont constaté, par la cryoscopie de son chlorhydrate, que la pseudomorphine correspond à la formule $C^{34}H^{36}Az^2O^6$; elle dérive donc de 2 restes de morphine ayant perdu chacun 1 H et soudés en position trans. — M. G. André a reconnu que la proportion centésimale de l'Az des feuilles décroît régulièrement à mesure que la feuille vieillit; mais celle de l'azote amidé augmente. — M. F. Garrigou a trouvé dans l'eau de la source de la Chaldette (Lozère), émergeant d'un terrain granitique, une série de substances colloïdes, qui renferment tous les métaux.

3° Sciences naturelles. — M. R. Bayeux a reconnu que la température animale et la viscosité du sang subissent, sous l'influence passagère de la haute altitude, des perturbations qui sont proportionnelles à la durée du séjour. — M. P. Bonnier estime que le pollen des Graminées ne joue qu'un rôle accessoire dans la détermination des crises de rhume des foins; celles-ci sont sous la dépendance d'un affolement de certains centres bulbaires; elles disparaissent après la cautérisation de la muqueuse nasale. — M. L. Camus a constaté que l'état bactéricide des humeurs de l'organisme ne s'égalise pas avec le temps, sous l'influence des échanges nutritifs; les tissus sont d'autant plus réceptifs pour les virus que l'humeur qui les baigne est moins bactéricide. — M. P. Termier montre qu'il y a à l'île d'Elbe deux séries éocènes, appartenant à des nappes différentes, qui peuvent venir en contact par les hasards du laminage, mais qui sont séparées stratigraphiquement par la zone des terrains métamorphiques (schistes lustrés). — M. L. Duparc divise les schistes cristallins de l'Oural en deux types : des roches quartzeuses, qui ne sont que des sédiments métamorphisés, et des roches plutôt basiques, provenant de l'écrasement de diabases. — M. G. Garde a étudié au point de vue géologique les régions situées à l'est et au nord-est du Tchad. L'Eguei, le Toro et le Koro ont été envahis par les eaux à une époque relativement récente. — M. Ph. Négris a observé de nombreuses brèches de friction dans les surfaces de charriage du Péloponèse. — M. P. Lemoine a reconnu que les lignes tectoniques principales de la Provence coïncident avec les régions les plus éprouvées par le dernier tremblement de terre, de sorte que l'origine tectonique de celui-ci ne paraît pas douteuse. — M. Jullien a constaté, d'autre part, que les localités les plus frappées par le tremblement de terre du 11 juin sont situées sur les bords présumés du lac qui s'étendait sur la région à l'époque sextienne.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 15 Juin 1909.

M. le Président annonce le décès de M. Saint-Yves-Ménard, membre de la Section de Médecine vétérinaire. — M. Schwartz est élu membre titulaire dans la Section de Pathologie chirurgicale.

M. le Dr Nepveu lit un travail sur la photothérapie de la tuberculose laryngée. — M. le Dr Dominici donne lecture d'un travail sur le traitement des cancers profonds inopérables par le rayonnement ultra-pénétrant du radium.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 12 Juin 1909.

MM. Hutinel et L. Tixier montrent qu'il y a à toutes les périodes du rachitisme une prolifération médullaire insolite, qui tient davantage à la nature de la maladie qu'à sa durée. — M. L. Tixier et Mlle Feldzer ont constaté chez une quinzaine d'enfants l'existence de glandes vasculaires sanguines juxta-thymiques non encore décrites. — MM. P. Widal et R. Benard ont observé un cas de biligénie hémolytique localisée à la peau sur de larges plaques d'érythème noueux sans extravasation sanguine. — MM. M. Doyon et Cl. Gautier ont reconnu que la peptone, injectée dans une veine de la circulation générale, détermine en quelques instants la dilatation de la pupille; elle paraît agir par l'intermédiaire des centres nerveux. — MM. A. Laveran et A. Pettit ont trouvé chez le *Melopelia leucostera* une hémamibe nouvelle, voisine de l'*H. majoris*, qu'ils décrivent sous le nom d'*H. melopeliæ*. — M. V. Pachon montre que la méthode de Riva-Rocci pour la détermination de la pression artérielle chez l'homme est entachée d'une

erreur de principe et que l'exploration seule du pouls à l'endroit précis de la zone comprimée doit être systématiquement adoptée en sphygmomanométrie clinique. — MM. **Busquet** et **V. Pachon** ont constaté que l'action suspensive exercée sur le pouvoir cardio-inhibiteur du vague par les solutions isotoniques de sels de Na, employées comme liquides de circulation artificielle à travers le cœur, est due à la soustraction par lavage d'une substance nécessaire à la production de l'inhibition cardiaque, substance spécifique qui est le calcium. — M. **Ch. A. François-Franck** recommande la sphygmomanométrie digitale comme procédé d'analyse pléthysmographique sous pression variable et mesurable, et la sphygmomanométrie brachiale comme procédé de mesure de la pression artérielle. — Mlle **M. Bellion** a observé chez l'escargot, pendant l'hibernation, une diminution de poids, une consommation des réserves et un ralentissement des échanges respiratoires; l'état hygrométrique de l'air est le facteur essentiel de la torpeur hibernale ; la température n'est qu'un facteur accessoire. — M. **A. Lécaillon** a reconnu que les transformations qui se produisent dans l'aspect extérieur de la cicatricule des œufs pondus par les poules qui ne se sont jamais accouplées sont identiques à celles qu'il a signalées précédemment dans les œufs de poules séparées de tout coq depuis plus de 6 mois. — MM. **A. Sartory** et **J. Maheu** ont constaté que le *Bacillus anthracis*, le *B. pyocyaneus*, le bacille d'Eberth et le colibacille, conservés en tubes scellés pendant plus de 15 ans, ont conservé leur vitalité, avec amoindrissement du pouvoir pathogène. — MM. **A. Courcoux** et **L. Ribadeau-Dumas** ont observé la production d'hépatites scléreuses par l'injection des toxines adhérentes du bacille de Koch. — M. **H. Bottu** décrit les conditions où il opère pour rechercher le glucose dans les urines au moyen de l'acide orthonitrophenylpropiolique. — M. **L. Launoy** montre que le pouvoir antitryptique du sérum de chiens porteurs de lymphosarcomes n'est pas supérieur à la normale ; il peut même lui être notablement inférieur. — MM. **A. Netter** et **R. Debré** ont reconnu qu'après les injections intra-rachidiennes de sérum antiméningococcique les accidents sériques ne sont ni plus ni moins fréquents qu'après les injections sous-cutanées. — M. **A. Le Play** a constaté que la propriété opsonisante est bien propre au sérum sanguin et n'existe pas, ou du moins existe d'une façon à peine appréciable en dehors de sa présence. — M. **Ed. Chatton** a trouvé, chez une Réduve du midi de la France, l'*Harpactor iracundus*, un Trypanosomide nouveau, le *Leptomonas agilis*. — MM. **Ch. Achard** et **Ch. Foix** ont déterminé le pouvoir leuco-activant des sérosités. Il paraît être fort dans les sérosités de glissement, faible dans les sérosités de remplissage ou de soutien.

Séance du 19 Juin 1909.

M. **A. Guilliermond** considère les *Saccharomyces* et les *Schizosaccharomyces* comme dérivés d'un genre très voisin de l'*Eremascus fertilis*. De cette souche se seraient détachés deux rameaux : l'un aurait donné l'*E. Magnusii* et les *Schizosaccharomyces*; l'autre aurait fourni l'*Endomyces fibuliger*, les *Zygosaccharomyces* et les *Saccharomyces*. — MM. **W. Mestrezat** et **H. Roger** estiment que le syndrome de coagulation massive, de xanthochromie et d'hémaleucocytose, quand il est au complet, répond à un processus bien déterminé de méningite rachidienne hémorragique et cloisonnée, entraînant une compression médullaire. — MM. **Ed. Retterer** et **A. Lelièvre** ont constaté que les muscles offrent le même type de structure générale : réticulum chromophile et élastique, dont les mailles sont remplies d'hyaloplasma contractile, qu'ils fournissent un travail statique ou exécutent sortout un travail dynamique. — M. **Ch. Richet**, en mélangeant *in vitro* le sérum d'un animal anaphylactisé et un poison anaphylactisant, qui sont tous deux séparément sans action sur un animal neuf, a obtenu un produit qui déchaîne immédiatement les accidents anaphylactiques chez l'animal neuf. — M. **G. Finzi** a déterminé le pouvoir antitrypsique du sérum des animaux domestiques : il est égal à celui du sérum humain pour le mouton et la chèvre, un peu moindre pour le bœuf, le cheval, le chien, très faible pour les oiseaux. — MM. **A. Netter** et **R. Debré** ont retiré, par ponction lombaire pratiquée plus de deux semaines après le début de la maladie, un liquide céphalo-rachidien limpide dans 55 % des cas de méningite cérébro-spinale. — M. **A. Lafont** a observé dans le latex de l'*Euphorbia pilulifera* la présence d'un parasite de la classe des Flagellés et du genre *Leptomonas*. — M. **M. Doyon** a reconnu que l'abrine injectée dans une veine mésaraïque détermine très rapidement une énorme diminution du glycogène hépatique. — MM. **J. Castaigne** et **A. Weill** ont observé, dans un cas d'hémorragie méningée, l'apparition *in situ* d'une sensibilisatrice hémolysante vis-à-vis des hématies humaines. — M. **L. Bory** montre que la lame élastique interne des parois artérielles est une production endothéliale. — MM. **E. Wertheimer** et **G. Battez** ont constaté que le sulfate d'atropine, injecté à la dose de 8 à 10 centigrammes par kilog, amène une paralysie durable des filets excito-salivaires du sympathique. — MM. **L. Grimbert** et **R. Bernier** montrent que le corps qui prend naissance dans l'hydrolyse de l'urine, dans la réaction de Cammidge, existe normalement dans toutes les urines et ne saurait avoir aucune signification clinique. — MM. **A. Gilbert** et **M. Villaret** confirment leurs précédentes expériences sur la circulation portale, dont le mécanisme se continue quelques heures après la mort, par suite de la survie plus ou moins longue des tissus du foie. — MM. **Chartier** et **Morat** ont étudié les variations de la formule sanguine chez les morphinomanes et les héroïnomanes au cours de la désintoxication rapide par la méthode de Sollier ; il y a polynucléose dans la période aiguë, mononucléose pendant la convalescence. — M. **G. Rosenthal** donne une nouvelle preuve de l'identité du *Bacillus perfringens* et de la bactérie anaérobie de l'hémobioculture rhumatismale, par l'action croisée préventive sur les cobayes inoculés avec du sérum T. R. — M. **L. Cruveilher** montre l'existence d'une endotoxine typhique absolument distincte de la toxine soluble et qu'on peut isoler d'une émulsion de bacilles après avoir détruit la toxine soluble par chauffage à 100-105° à l'autoclave. — MM. **Ch. Achard, L. Ramond** et **Ch. Foix** ont étudié la résistance et l'activité des globules blancs du sang dans les infections aiguës; leur relèvement est un signe de bon pronostic, leur chute à un niveau très bas un indice fatal. — M. **Cl. Regaud** a observé la participation des chondriosomes à la formation des grains de ségrégation dans les cellules des tubes contournés du rein chez les Ophidiens et les Amphibiens. — MM. **L. Calvet** et **P. Paul** ont obtenu, après plusieurs essais, le développement de la Diatomée bleue dans un des bassins de Balaruc-les-Bains et le verdissement des huîtres qui y étaient contenues.

RÉUNION BIOLOGIQUE DE BORDEAUX

Séance du 8 Juin 1909.

MM. **Ch. Mongour** et **Roche** ont observé, dans un cas de méningite cérébro-spinale, une réaction de Wassermann négative avec le liquide céphalo-rachidien, devenant positive après l'injection intra-rachidienne de sérum antiméningococcique. — M. **J. Gautrelet** a constaté la présence constante de choline dans le sérum des chiens décapsulés. — MM. **J. Gautrelet** et **L. Thomas** ont reconnu que la décapsulation totale supprime chez l'animal le pouvoir de lutter contre la température extérieure par la polypnée. — M. **M. Aubaret** décrit une méthode pour apprécier la valeur fonctionnelle de l'orifice inférieur du conduit lacrymo-nasal. L'insuffisance de cet orifice dépend exclusivement d'un très léger degré de béance, quels que soient l'aspect, la forme et les dimensions de cet orifice.

RÉUNION BIOLOGIQUE DE NANCY

Séance du 18 Mai 1909.

M. **Dufour** présente une modification du diploscope de Rémy. — MM. **L. Garnier** et **A. Fritsch** ont constaté qu'une ration de 6 milligrammes par kilogramme et par vingt-quatre heures de chaux végétale, c'est-à-dire bien assimilable, a pu suffire pendant cinq mois à l'entretien de l'organisme adulte. — MM. **G. Etienne** et **A. Fritsch** montrent que le rôle athéromatisant du chlorure de calcium dans l'athérome expérimental n'appartient pas à sa chaux, car il provoque la décalcification de l'organisme. — M. **J. Parisot** a reconnu que l'hypertension céphalo-rachidienne peut entraîner, dans certains cas, une élévation de la pression sanguine. — MM. **P. Jeandelize**, **M. Lucien** et **J. Parisot** ont observé que les poids absolus et relatifs du thymus sont constamment inférieurs, chez les lapins thyroïdectomisés, aux poids de la glande chez des témoins de même portée.

RÉUNION BIOLOGIQUE DE BUCAREST

Séance du 12 Mai 1909.

M. **V. Babes** a étudié les lésions fines des testicules dans la rage; la fonction de spermatogénèse est très active dans la rage furieuse et très diminuée dans la rage paralytique. — MM. **J. Bruckner** et **P. Galesesco** ont étudié la réaction de Hecht, qui consiste à employer l'alexine normale de l'homme pour la réaction de Wassermann; ce procédé est plus simple et beaucoup plus sensible. — MM. **G. Marineseo** et **J. Minea** décrivent les lésions fines des fibres et des cellules nerveuses dans la sclérose en plaques. — M. **Th. Mironesco** a constaté que, dans le coma diabétique, les organes les plus pauvres en glycogène à l'état normal, comme les centres nerveux, en contiennent maintenant le plus, et vice versa. — M. **G. Nadejde** a reconnu que les cellules nerveuses situées au voisinage d'un foyer tuberculeux intra-cérébral sont hypersensibles à la tuberculose. — MM. **Stanculeano** et **Radu** ont observé dans tous les cas de trachome aigu, parmi les cellules épithéliales normales de la conjonctive, d'autres cellules dont le protoplasma contenait des formations ovalaires ou sphériques, se colorant en bleu ou violet comme le nucléole.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 4 Juin 1909.

M. **Laurent Sémat** *présente son « Téléautocopiste » isosynchrone pour la transmission télégraphique des dessins et de l'écriture à distance, ainsi que tous autres graphiques tracés ou imprimés.* Cet appareil se compose essentiellement de deux dispositifs électromécaniques, l'un transmetteur et l'autre récepteur, en circuit dans une ligne télégraphique ou téléphonique. Ces deux dispositifs comportent, chacun, un cylindre porte-image dont les proportions dissemblables pour des transmissions et reproductions d'images en même format sont la caractéristique essentielle de l'invention. Ces deux cylindres sont de même hauteur, mais de diamètres différents. Supposons que le plus petit en diamètre (transmetteur) soit de 1/8 moins grand en pourtour périphérique que le plus grand en diamètre (récepteur). L'image à transmettre est enroulée sur le plus petit et en occupe toute la surface périphérique. Les feuilles propres à reproduire l'image, enroulées sur le plus grand, ne recevront cette image en même format que sur les 7/8 du pourtour périphérique, en laissant une marge inoccupée, parallèle à l'axe du cylindre, de 1/8 de la surface totale. Les vitesses angulaires de rotation des deux cylindres étant dans le même rapport, les vitesses linéaires sur les surfaces sont égales. Lorsque le cylindre transmetteur a terminé une de ses révolutions, il s'arrête. Le moment de cet arrêt coïncide avec celui où le cylindre récepteur n'a accompli que les 7/8 de la sienne. Lorsqu'à son tour ce dernier a achevé sa révolution, il produit une interruption de la ligne du parcours qui provoque le départ à nouveau du cylindre transmetteur, et cela se renouvelle pour chaque tour. Sur chacun des cylindres porte-image repose un style : l'un émetteur, l'autre reproducteur, qui sont entraînés, pendant la rotation des cylindres, dans un mouvement de translation parallèle à leur axe. Il résulte de la manœuvre électro-mécanique décrite plus haut que les deux cylindres *commencent en même temps à évoluer* (synchronisme) et qu'ils présentent, sous leur style respectif, des arcs de cercle *de longueurs égales dans le même temps* (isochronisme). Sur un courant d'intensité faible, permanent dans la ligne du parcours, se greffent des fluctuations qui déterminent dans le style reproducteur les pressions qui impriment l'image transmise. Ce courant permanent n'est coupé qu'à chaque tour du cylindre récepteur et assure le synchronisme. Pour la transmission et la reproduction d'images en formats proportionnellement plus grands ou plus petits, les diamètres des cylindres conservent entre eux les mêmes rapports que ceux décrits, mais proportionnels aux formats, ainsi que l'entraînement des styles émetteur et reproducteur. — M. **Kolowrat** présente un dispositif destiné *au réglage automatique d'un four électrique à résistance;* il s'agit de maintenir dans le four, pendant des journées entières, une température élevée et aussi constante que possible, en se servant, pour alimenter le four, d'un courant alternatif de secteur, dont la tension est, comme on sait, assez variable. Un couple thermo-électrique Le Chatelier est introduit dans le four et relié à un galvanomètre. Le cadre mobile de ce dernier porte, en outre du miroir destiné à permettre la lecture de la déviation sur une échelle, un autre miroir plan de $4^{cm} \times 5^{cm}$ de surface. Ce miroir est disposé de telle façon que, lorsque la température dans le four et, par conséquent, la déviation du galvanomètre atteignent une limite arbitrairement prescrite, les rayons d'une lampe Nernst viennent se réfléchir sur le miroir pour tomber ensuite sur les soudures d'une pile thermo-électrique Rubens de 20 éléments cuivre-constantan. Le courant qui se produit dans la pile est suffisant pour actionner un système de relais électromagnétiques et introduire ainsi une résistance supplémentaire dans le circuit du courant qui alimente le four. La température du four baisse alors, la déviation du galvanomètre diminue et l'image de la lampe quitte les soudures de la pile; le système de relais shunte la résistance qui avait été introduite, la température du four se met à monter de nouveau et le même jeu recommence indéfiniment. L'appareil ainsi constitué a permis de maintenir des températures allant jusqu'à 1000°, dans un intervalle de 2 à 3 degrés. — M. **de Broglie :** *Les suspensions dans les gaz et les dernières mesures de la charge atomique par les mouvements dans un champ et l'agitation brownienne des poussières chargées.* Toutes les fumées sont résolubles, quand on examine au microscope un faisceau lumineux intense qui les traverse, en un grand nombre de points brillants animés, outre les mouvements d'ensemble que le gaz peut posséder, de vifs mouvements browniens. En ajoutant à ce dispositif un champ électrostatique, on voit individuellement les poussières chargées, et on peut suivre et mesurer leurs déplacements; cette méthode se prête à une étude approfondie des suspensions gazeuses. En examinant les diverses actions auxquelles sont soumises des particules en suspension dans un gaz, on est amené à envisager : 1° La pesanteur, dont l'effet se fait sentir par une vitesse de chute v, donnée par la formule de Stokes : (1) $4/3\pi a^3 dg = 6\pi a\sigma v$, où a est le rayon de la particule, σ le coefficient de viscosité du gaz. 2° Si les particules sont chargées, l'effet d'un champ électrostatique se traduit par une vitesse ou mobilité w donnée encore par la formule de Stokes : (2) $He = 6\pi a\sigma w$, où H est le champ, e la charge d'une

particule. 3° Enfin, la théorie cinétique prévoit et l'observation confirme l'existence d'un mouvement brownien très vif dont l'intensité pourra se mesurer par la formule d'Einstein : (3) $\Delta^2 = (RT/N)\ (t/3\pi\sigma a)$. Les relations précédentes montrent que, si l'on connaît a et si l'on mesure w, on peut avoir e par la relation (2). M. Ehrenhaft a mesuré récemment a par la relation (1) pour des particules métalliques. Il a trouvé :

$$v = 1,25.10^{-2}\ \text{cm : s ; } a = 3.10^{-5} \text{ ; } e = 4,6.10^{-10} \text{ ;}$$

mais il faut connaître exactement la densité d. M. de Broglie est parvenu à enregistrer photographiquement les trajectoires du mouvement brownien; ces trajectoires s'inscrivent en lignes déliées et sinueuses sur lesquelles on peut mesurer directement la quantité Δ de la formule d'Einstein et noter les particularités de l'agitation moléculaire. Ces mesures, faites avec de la fumée de tabac, ont donné les chiffres suivants :

$$1/\Delta^2 = 0,7.10^3, \text{ pour } t = 3^s,5, v = 27,5.10^{-3},$$

(dans un champ de 1 unité électrostatique), d'où $a = 4,9.10^{-6}$, et $e = 4,5.10^{-10}$, ce qu'on peut considérer comme une bonne vérification de la formule d'Einstein et des principes sur lesquels elle repose. Des particules plus grosses, de rayon 5.10^{-5}, ont montré plusieurs fois la charge élémentaire, fait qui peut s'expliquer en admettant qu'à partir d'une certaine grosseur elles subissent l'influence à la façon d'un petit conducteur, et peuvent ainsi attirer successivement plusieurs charges de même signe. On peut, du reste, montrer directement que l'exposition aux rayons du radium, qui tend à ramener les charges à une valeur d'équilibre, abaisse la mobilité des particules à charges multiples.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

Séance du 11 Mars 1909.

M. G. H. Darwin : Sur la stabilité de l'ellipsoïde de Jacobi. L'auteur réfute certaines objections de M. Liapounoff à ses travaux. — **M. H. E. Watson** a déterminé les *longueurs d'onde des lignes dans le spectre secondaire de l'hydrogène*. Environ 800 lignes ont été mesurées au moyen d'un réseau concave de Rowland, l'erreur ne dépassant pas 0,03 unité d'Angström. L'auteur n'a découvert aucune ligne qui soit moins réfrangible que la ligne C, et il paraît en exister très peu au delà de la limite théorique de la série primaire d'après la formule de Balmer. En fait, parmi ces dernières, la majorité est due à la vapeur d'eau, et il n'est pas improbable que les autres n'appartiennent pas à l'hydrogène. — **M. W. M. Thornton** : *La mesure des constantes diélectriques par les oscillations d'ellipses ou de cylindres dans un champ de force*. La méthode consiste à suspendre par une fibre de quartz, dans un champ de force alternatif, des ellipsoïdes ou des cylindres de la substance à essayer. Le champ a une intensité d'environ 300 volts par centimètre et alterne à une fréquence d'environ 80 par seconde. Le couple de polarisation agissant sur le spécimen se trouve en mesurant les périodes de petits ressorts avec et sans le champ. De celui-ci et des dimensions du corps, on déduit la constante diélectrique. Les liquides ont été mesurés en les renfermant dans des cylindres en papier mince suspendus dans une selle en fil de soie. L'air environnant a été soigneusement desséché par P^2O^5. Voici quelques-unes des constantes diélectriques obtenues par l'auteur. Quartz, parallèlement à l'axe optique, 4,606; perpendiculairement, 4,548; verre de flint, 10,64 (pour $\Delta = 4,65$), 8,52 (pour $\Delta = 4,12$), 6,98 (pour $\Delta = 3,30$); cire de paraffine, 2,32; cire d'abeille, 4,75; gomme-laque, 2,45; gutta-percha, 4,43; ébonite, 2,79; ambre, 2,80; ivoire, 6,90; baume de Canada, 2,72; caoutchouc, 3,08; soufre, 4,03; huile d'olive, 3,16; huile de paraffine lourde, 2,55 (pour $\Delta = 0,885$).

Séance du 18 Mars 1909.

M. H. A. Wilson : *Essai pour découvrir quelques effets électro-optiques*. Ce Mémoire contient une description de quelques expériences entreprises dans le but de découvrir des effets possibles dus à l'action des champs électriques et magnétiques et de la matière en mouvement sur la vitesse de propagation de la lumière dans le verre. Les résultats obtenus ont été négatifs ; mais, pourtant, il paraît utile à l'auteur de publier un court compte rendu des expériences. La partie optique de l'appareil est une forme simple d'interféromètre, avec lequel il a été très facile et commode de travailler. Il consiste dans un cadre en verre formé de barres de verre de section carrée, cimentées ensemble avec du baume de Canada. — **M. S. E. Sheppard** : *Influence de l'état des couleurs en solution sur leur spectre d'absorption*. Dans les solutions aqueuses de certaines matières colorantes : isocyanines, pinacyanols, cyanine, la couleur est présente partiellement ou totalement en solution colloïdale et le spectre d'absorption est tout à fait différent de celui des solutions réelles. L'auteur a examiné quantitativement l'influence sur l'absorption de divers agents, comme la chaleur, les acides, les alcalis, les électrolytes. Dans d'autres solutions colorées, le passage de l'état de solution vraie à l'état colloïdal est accompagné d'un élargissement et d'une diffusion de la courbe d'absorption, conséquence de l'accroissement du nombre et de la grosseur des particules colloïdales. Il en résulte des déviations de la loi de Beer. L'état des couleurs dans un milieu solide est comparable à l'état en milieu liquide, et le spectre d'absorption est affecté d'une façon similaire. L'auteur a étudié l'absorption d'un certain nombre de colorants par les membranes. La solution des colorants semble être un processus combiné de désagrégation du corps dissous, accompagné d'une combinaison progressive avec le solvant. Si le même état de solution est atteint dans des solvants différents, les maxima d'absorption sont déplacés d'après la loi de Kundt. — **M. Jean White** : *Les ferments et la vie latente des graines au repos*. Les graines au repos des céréales, telles que le blé, le maïs, l'orge, l'avoine et le seigle, contiennent toutes des ferments diastasiques, des ferments digérant la fibrine et des ferments éreptiques en quantité appréciable. Ces ferments conservent leur activité sans changement appréciable dans les graines sèches mises en réserve pendant vingt années ou plus, c'est-à-dire longtemps après que le pouvoir de germination a été perdu, ce qui se produit pour le blé entre onze et seize ans, pour l'orge entre huit et dix ans, pour l'avoine entre cinq et neuf ans, et pour le maïs et le seigle après plus de cinq ans. On n'a remarqué aucun rapport entre la vitalité des graines et la persistence des enzymes en elles; mais, puisque les enzymes persistent plus longtemps que le pouvoir de germination, il reste encore à savoir si la germination pouvait se produire en l'absence d'enzymes préexistantes. Dans aucun cas, des graines qui ne germeraient pas autrement ne peuvent être poussées à germer par l'addition d'une enzyme quelconque ; et là où la germination est faible, l'addition d'enzymes abaisse généralement le pourcentage de la germination et souvent aussi la retarde quelque peu. L'érepsine semble être plus abondante que la pepsine ; mais, d'ailleurs, dans le cas des trois ferments, on observe de plus grandes différences entre les divers spécimens du même âge qu'entre les différentes graines, ou entre les mêmes graines d'âges variés. La pepsine semble, cependant, être plus abondante dans le seigle que dans toute autre céréréale et est presque absente du maïs. L'avoine sèche, l'orge et le blé peuvent partiellement résister à une température de 99° à 100° C., pendant une à quatre heures et demie ; après six heures d'exposition à cette température, toutes les graines sont tuées, mais les ferments ne paraissent pas affectés. Tous les ferments sont détruits après une heure de chaleur sèche, de 130° à 131° C. La pepsine paraît être la moins résistante (une heure à 124° C.),

l'érepsine davantage (une heure de 124° à 128° C.), et la diastase, spécialement celle de l'orge, la plus résistante à la chaleur sèche (1 heure de 124° à 131°C.). Une exposition de deux jours à l'air liquide, quoiqu'elle retarde la germination subséquente et puisse aussi diminuer le pourcentage, n'a pas détruit aucune des graines soumises à l'épreuve et n'a pas affecté d'une façon appréciable les ferments dans aucune céréale. La diastase sèche de l'orge est, cependant, capable de résister dans un intervalle de température de — 200° C. à 130° C.; elle est donc thermiquement un composé chimique très stable. Beaucoup de graines, y compris toutes les céréales, dégagent des quantités appréciables d'acide carbonique lorsqu'on les conserve à l'air sec, mais d'autres n'indiquent aucun signe de respiration. La respiration du blé séché à l'air est spécialement prononcée; mais, pratiquemment, dans tous les cas, tout signe de respiration cesse lorsque les graines sont modérément desséchées, quoique, dans le cas de grosses graines, comme le maïs, de faibles traces d'acide carbonique continuent à s'échapper pendant un certain temps.

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE DE LONDRES

Séance du 11 *Juin* 1909.

MM. **Russell** et **A. Wright** présentent un *dispositif électrique pour évaluer les formules et résoudre les équations*. Dans ce dispositif, on utilise des résistances à coulisse spéciales. Si R est la résistance de l'une d'elles et qu'un doigt métallique établisse le contact avec elle en un point où la lecture de l'échelle est x, la résistance entre ce doigt et l'extrémité de l'échelle est R/x. Les échelles des coulisses sont graduées logarithmiquement, comme dans la règle à calcul ordinaire. Donc, les multiplications et les divisions peuvent être faites mécaniquement en les faisant glisser contre des échelles fixes exactement semblables. Si l'on relie un certain nombre de ces résistances en parallèle, comme le courant est inversement proportionnel à la résistance, la somme des courants qui les traversent sera proportionnelle à la somme des lectures des doigts de contact. On peut facilement équilibrer ce courant, par une méthode de zéro, avec un courant traversant une résistance à coulisse simple X, au moyen d'un arrangement en pont de Wheatstone. Dans ce cas, la lecture de X, quand il y a équilibre, donne la somme des lectures sur toutes les autres échelles. De même, on peut soustraire des nombres en mettant des résistances représentant ces nombres en parallèle avec X et établissant l'équilibre en faisant varier la lecture sur X. En inclinant les doigts de contact de certains angles par rapport à un barreau qui peut être déplacé perpendiculairement aux glissières, il est aisé d'obtenir sur X les valeurs de $f(x) = ax^m + bx^n + cx^p$, où les indices m, n, p, peuvent être positifs, négatifs ou fractionnaires, et les coefficients positifs ou négatifs. En particulier, si la lecture sur X est 0 quand $x = x_1$, alors x_1 est une racine de l'équation $f(x) = 0$. Les auteurs présentent un modèle de leur dispositif pour résoudre une équation de degré quelconque n'ayant pas plus de quatre termes. — M. **H. Stansfield** a étudié *l'action du spectroscope à échelon et les résultats obtenus sur la structure de la ligne verte du mercure* donnée par la lampe Arons. Le spectroscope à échelon employé a été disposé de telle manière que le prisme auxiliaire puisse être monté près de l'échelon. La dispersion du prisme peut être ajoutée à ou soustraite de la dispersion de l'échelon, et la variation de 4 % de la dispersion ainsi obtenue permet de déterminer si deux lignes du spectre appartiennent au même ordre. La théorie de l'action primaire de l'échelon dans la position renversée, quand la lumière sort par la plus large plaque, est comparée avec la théorie de l'échelon dans la position actuelle. Les spectres de Fabry et Perot sont produits par l'action secondaire de l'échelon, c'est-à-dire par réflexion de la lumière à la surface des plaques. Quand l'échelon est incliné, la lumière deux fois réfléchie ou secondaire peut être séparée de la lumière primaire, et des parties des cercles de Fabry et Perot sont observées avec une fente large. La lumière secondaire subit aussi l'action de l'échelon primaire et, avec une fente étroite, elle est confinée aux points d'intersection de deux systèmes de spectres, en donnant des spectres similaires à ceux qu'ont obtenus Gehrcke et Baeyer en croisant deux plaques plan-parallèles. Quand l'échelon est dans la position ordinaire, les spectres secondaires sont des lignes semblables aux lignes de l'échelon primaire; elles peuvent être observées se mouvant à travers la ligne centrale large quand on fait tourner lentement la table de l'échelon; elles se montrent beaucoup plus clairement sur le fond continu du spectre de la ligne verte donné par une lampe de quartz chauffée. — M. **C. C. Paterson** : *La nouvelle unité internationale d'intensité lumineuse*. Dans son dernier numéro (p. 529), la *Revue* a déjà publié une note sur ce sujet.— M. **J. W. Nicholson** : *Induction et résistance dans les circuits téléphoniques et autres*. L'auteur a déjà donné une formule générale pour l'inductance effective d'un circuit consistant en deux longs fils parallèles, dans les cas où la distribution du courant dans chaque fil est fortement affectée par la fréquence de l'alternance. Ici l'auteur examine certains cas importants et donne des formules susceptibles d'un emploi immédiat.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Séance du 20 *Mai* 1909.

MM. **H. O. Jones** et **H. S. Tasker**, en chauffant les éthers dithio-oxaliques (préparés par l'action des hydrosulfures d'alkyles sur le chlorure d'oxalyle) avec une solution alcoolique concentrée de KSH, ont obtenu le dithio-oxalate de potassium $(KSCO)^2$, cristallisant en prismes incolores, donnant des réactions colorées intenses avec les sels de Co et de Ni. Le monothio-oxalate de K se prépare par l'action de KSH sur le monothio-oxalate diéthylique; il possède des propriétés analogues. — M. **A. H. Salway** montre qu'en faisant agir l'acide nitrique sur l'aldéhyde myristique une partie de l'aldéhyde est nitrée directement, tandis que le reste subit le remplacement du groupe aldéhyde par le groupe nitré; cette transformation est commune aux éthers des hydroxyaldéhydes aromatiques. — M. **R. W. Gray** et Sir **W. Ramsay** ont condensé l'émanation du radium en un liquide, qui bout à—62° sous 760 mm.; sa température critique est de 104°,5, sa pression critique de 47.450 mm. Si ces nombres sont portés sur des segments de cercles sur lesquels se trouvent les constantes correspondantes pour l'argon, le krypton et le xénon, ils coupent l'ordonnée des poids atomiques au nombre 176. L'émanation viendrait donc après le xénon dans une famille naturelle de la table des poids atomiques. — M. **G. Barger** a isolé des extraits aqueux de l'ergot un principe actif, la *p*-hydroxyphényléthylamine $HO.C^6H^4.CH^2.CH^2.AzH^2$, dont il a fait ensuite la synthèse par réduction du *p*-hydroxyphénylacétonitrile. — MM. **A. W. Crossley** et **Ch. H. Hampshire**, en faisant agir graduellement l'acide nitrique fumant sur l'*o*-xylene, ont obtenu, à côté de nitroxylènes, du nitrotétraméthyldiphényle, en aiguilles jaunes, F. 115°. Il est oxydé par l'acide nitrique dilué en un acide nitrotétracarboxylique, F. 225°, et réduit par Sn + HCl en aminotétraméthyldiphényle, F. 81°. — M. **F. D. Chattaway** a préparé deux perhalogénures d'ammonium, le dichloroiodure AzH^4Cl^2I et le chlorobromoiodure AzH^4ClBrI; ce sont des corps bien cristallisés, stables, perdant 2 atomes d'halogène par chauffage en laissant AzH^4Cl. Ils ne sont pas analogues aux perhalogénures de diazonium. — MM. **Al. Mc Kenzie** et **H. B. P. Humphries** ont fait la synthèse asymétrique de l'acide *l*-mandélique : le benzoylformiate de *l*-menthyle est réduit par l'amalgame d'Al, le produit de réduction est acétylé, et le dérivé acétylé,

soumis à l'hydrolyse, donne un mélange d'où l'on extrait l'acide *l*-mandélique. — MM. **W. H. Perkin jun.** et **J. L. Simonsen** ont condensé l'acétone et l'acide hippurique, en présence d'anhydride acétique et d'acétate de Na, en anhydride de l'acide α-benzoylamino-β-diméthylacrylique, F. 98°-99° ; par hydrolyse, ce dernier forme l'acide correspondant, F. 217°, que HCl concentré chaud décompose en acide benzoïque et acide diméthylpyruvique, F. 16°. — MM. **H. Hartley** et **W. H. Barrett** ont étudié la solubilité des deux formes stables de sulfite de sodium : $Na^2SO^3.7H^2O$ et Na^2SO^3 ; la température de transition entre les deux formes est voisine de 22°. — MM. **T. S. Price** et **D. F. Twiss** ont préparé les α-dithiodibutyrate, α-dithiodiisobutyrate et α-dithiodiisovalérate diéthyliques, bouillant respectivement à 187° (22 mm.), 166° (19 mm.) et 173° (12 mm.), par réduction électrolytique des mélanges obtenus en faisant réagir le thiosulfate de soude sur les α-bromobutyrate, -isobutyrate et -isovalérate d'éthyle. — MM. **H. A. D. Jowett** et **F. L. Pyman** ont fait l'étude des propriétés physiologiques d'un certain nombre de tropéines. La prétendue généralisation de Ladenburg ne s'applique pas strictement aux résultats. — M. **J. W. Cobb** a étudié les verres et les glaçures en les considérant comme formés par la combinaison et la solution de leurs oxydes constituants. Il constate que la température de formation d'une scorie et son point de fusion ne sont pas identiques ni même en relation apparente ; l'interaction entre solides peut aller loin, même être complète, sans fusion. — M. **F. E. E. Lamplough** a étudié la décomposition du chlorure de benzènediazonium et a mesuré la quantité d'azote maintenue en solution. La sursaturation peut aller jusqu'à 300 fois la quantité normale de gaz qui devrait se dissoudre. — Mlle **A. E. Smith** et M. **K. J. P. Orton** ont mesuré la vitesse d'acétylation du *s*-tribromophénol en présence des acides sulfurique, perchlorique et orthophosphorique. Les deux premiers sont des accélérateurs énergiques, le troisième est moins actif. L'acide perchlorique est environ 2,5 fois plus énergique que l'acide sulfurique. — MM. **R. H. Pickard** et **J. Kenyon** ont résolu l'octane-2-ol en ses composants actifs par cristallisation fractionnée des sels de ses éthers acides avec des bases optiquement actives ; $[\alpha]_D = \pm 9°,9$. — MM. **R. Meldola** et **J. G. Hay** ont poursuivi l'étude de la formation des iminazols par action du 2:3:5-trinitro-4-acétylaminophénol sur les amines. Les substituants en position ortho et en position para exercent une influence protectrice contre la réaction.

SOCIÉTÉ ANGLAISE DE CHIMIE INDUSTRIELLE

SECTION DE LONDRES

Séance du 5 Avril 1909.

MM. **C. N. Hake** et **M. Bell** ont étudié l'*action des acides sulfurique et nitrique dans la nitration de la cellulose*. 1° L'acide sulfurique se trouve à l'état combiné dans tous les produits de nitration obtenus avec des mélanges d'acides qui le contiennent; 2° La formation des éthers mixtes est due au retard de la nitration, à la solution partielle ou à la gélatinisation de la cellulose par H^2SO^4 et à la fixation subséquente de l'acide nitrique; 3° La quantité d'éther sulfurique formée est déterminée par la proportion de H^2SO^4 et $HAzO^3$ agissant sur la cellulose pendant la nitration, proportion dépendant de la densité de la substance.

Séance du 3 Mai 1909.

M. **H. H. Dains** donne quelques renseignements sur *l'industrie de la magnésite aux Indes*. A Salem, dans la présidence de Madras, se trouvent des gisements considérables de magnésite, contenant de 96 à 99 % de $MgCO^3$. Par calcination à 800° dans des fours à gaz, on obtient de la magnésie caustique, qui, mélangée avec une solution de $MgCl^2$, donne un très bon ciment. Par chauffage à 1.700° dans un four Schneider, on obtient la magnésie calcinée, qui sert à la fabrication de briques réfractaires.

SECTION DE NOTTINGHAM

Séance du 28 Avril 1909.

M. **R. M. Caven** décrit un *procédé de détermination du chlore en présence du brome*. Dans la solution chauffée à 80°, on fait tomber goutte à goutte de l'acide nitrique ($d = 1,42$) tandis qu'on fait passer un courant d'air; le brome mis en liberté est entraîné, ce dont on s'aperçoit à la décoloration progressive de la solution. Le chlore est ensuite titré par la méthode de Volhard et le brome estimé par différence. Pour analyser un mélange de chlorure, bromure et iodure en solution, l'auteur recommande le procédé suivant : 1° titrer tous les halogènes en solution acide par la méthode de Volhard; 2° déterminer I en titrant par le bichromate le fer ferreux produit en faisant bouillir la solution avec de l'alun de fer; 3° déterminer Cl en solution nitrique après avoir éliminé successivement I par H^2O^2 en présence d'acide acétique et Br par l'acide nitrique dilué; 4° déterminer Br par différence. L'ensemble des opérations dure une heure. — M. **F. J. R. Carulla** a fait une série d'essais relatifs à l'action des chlorures sur la fonte de fer.

ACADÉMIE DES SCIENCES D'AMSTERDAM

Séance du 23 Avril 1909.

1° Sciences mathématiques. — M. **J. Cardinaal** : *La détermination constructive des vitesses d'un système à trois dimensions*. Solution, par la Géométrie descriptive, du problème : « De trois points fixes A, B, C d'un solide en mouvement on connaît : pour A grandeur et direction de la vitesse, pour B la direction de la vitesse et pour C une surface qui le contient; à construire l'axe principal du mouvement et les vitesses des points B et C. — M. P.-H. Schoute présente au nom de M. **S. L. van Oss** : *La géométrie pentasphérique*. L'identité analytique de la géométrie de l'hypersphère à quatre dimensions avec l'espace pentasphérique tridimensional mène à un lien intime entre le pentacycle de Stéphanos et la configuration de Segre. Solution symbolique de quelques problèmes qui s'y rattachent, par exemple : On donne trois cercles d'une manière quelconque dans l'espace; à déterminer le cercle qui se trouve sur une sphère avec chacun de ces trois cercles. On donne six cercles quelconques dans l'espace; à déterminer les cinq couples de points dont chacun se trouve sur une sphère avec chacun de ces six cercles. — M. **J.-P. van der Stok** : *Sur la détermination des constantes des marées à l'aide d'expériences avec des pendules horizontaux*.

2° Sciences physiques. — M. **J. D. van der Waals** : *Contribution à la théorie des mélanges binaires* : XV. *Décomposition de la courbe spinodale*. — Ensuite, M. van der Waals présente au nom de M. **Ph. Kohnstamm** : *Sur la forme des isopiestes des mélanges binaires*. III, et au nom de MM. **Ph. Kohnstamm** et **J. Chr. Reeders** : *Sur les phénomènes de condensation dans le cas de mélanges d'acide carbonique et d'uréthane, en rapport avec la condensation rétrograde double*. — M. **H. A. Lorentz** présente au nom de M. **J. J. van Laar** : *Sur l'état solide*. II. — M. **H. K. Onnes** présente en son nom et au nom de M. **J. Becquerel** : *Sur la phosphorescence à des températures très basses*. 1. Introduction. 2. Les appareils. 3. Modification des spectres par la décroissance de la température. Déplacement et position limite des bandes de phosphorescence des sels d'uranyle. La décroissance de la température n'agit pas en contrariant l'émission de la lumière; les maxima de l'émission se déplacent vers les longueurs d'onde plus petites; probablement les bandes tendent asymptotiquement vers une position limite déter-

minée. 4. Comparaison des différents groupes de bandes d'un même sel. 5. Loi de succession des bandes. 6. Caractère des spectres de phosphorescence. 7. Rapport entre l'émission par phosphorescence et l'absorption. 8. Phosphorescence des composés sulfureux à des températures basses. 9. Conclusion. Le groupe des sels d'uranyle a un caractère spécial très prononcé. Deux planches. — Ensuite M. Onnes présente au nom de M. **J. P. Dalton** : *Expériences sur l'effet Joule-Kelvin, particulièrement à des températures basses.* II. Les expériences de l'auteur démontrent qu'il est nécessaire, si l'on se sert d'un appareil à robinet de réduction, de prendre des précautions particulières dans la détermination de la température exacte de détente et pour qu'il n'y ait pas de conduction de chaleur vers la veine de gaz qui se détend. L'appareil dont il s'est servi accuse pour l'air à la température de 0° un effet Joule-Kelvin correspondant aux expériences de Joule et de Kelvin calculées avec les isothermes empiriques. Deux planches. — M. **P. van Romburgh** : 1° *L'huile de basilic de Java et le méthylchavicol*; 2° *Les huiles éthérées des fruits de Morindo citrifolia L.*

3° Sciences naturelles. — Rapport de MM. W. Burck et F.-A.-F.-C. Went sur le mémoire de M. **J. Valckenier Suringar**, intitulé : « Nouvelles contributions à l'étude des espèces du genre *Melocactus* des Indes occidentales. » L'étude paraîtra dans les Mémoires de l'Académie. — M. **F. Went** : « Untersuchungen über Podostemaceen » (Recherches sur les Podostémacées). — M. M. Beyerinck présente au nom de M. **F. Liebert** : *La décomposition de l'acide urique par les bacilles.* D'après MM. Fausto et Leone Sestini, le processus correspond à l'équation $C^5H^4Az^4O^3 + 3O + 8H^2O = 4AzH^4HCO^3 + CO^2$, d'après M. Cingolani à $C^5H^4Az^4O^3 + 3O + 2H^2O = 2AzH^2COAzH^2 + 3CO^2$. L'auteur trouve que les microbes aérobies transforment l'acide urique en acide carbonique et ammoniac, l'allantoïne, l'urée et l'acide oxalique formant des produits intermédiaires. Les microbes qui l'effectuent se divisent en deux groupes : une flore du milieu faiblement acide ou neutre (*B. fluorescens liquefaciens*, *B. fluorescens non liquefaciens*, *B. calco-aceticum*) et une flore se développant dans le liquide de culture devenu alcalin (*B. odoratum*, *B. Mutculi*), etc. — M. **S.-H. Koorders** : *Einige pflanzengeographische Bemerkungen über eine im Java'schen Hochgebirge wildwachsende Art von der Hamamelidaceen-Gattung Distylium Sieb. und Zucc.* Contribution à la connaissance de la Flore de l'île de Java. IV. — M. W. Einthoven présente au nom de M. **J. Boeke** : *Sur la forme et le développement des plaques motrices terminales des vertèbres supérieures.* Avec une planche. P. H. Schoute.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE VIENNE

Séance du 6 Mai 1909.

1° Sciences physiques. — M. **A. Brommer** a étudié la chute de potentiel atmosphérique à Trieste pendant les beaux jours de novembre 1902 à mars 1903. La moyenne annuelle est de 73 V/*m*, tandis qu'à Potsdam elle atteint 242. La courbe annuelle présente deux maxima : un fort en janvier et un plus faible en juillet. La marche diurne n'a qu'une période simple, la période double des autres stations disparaissant. La chute de potentiel a la même marche que la pression atmosphérique et une marche inverse de la dispersion. — MM. **Zd. H. Skraup** et **E. Krause**, en faisant réagir CH^3I sur la caséine, ont introduit des groupes méthyle sur l'O et sur l'Az. La caséine méthylée fournit à l'hydrolyse des quantités d'acide glutamique, de leucine et de phénylalanine à peu près égales à celles que donne la caséine même, mais, par contre, pas de tyrosine ni de lysine et presque pas d'arginine ni d'histidine.

2° Sciences natuelles. — M. **F. Steindachner** décrit une nouvelle espèce de *Tetragonopterus* trouvée dans le Rio Purus (Brésil); il la désigne sous le nom de *T. huberi.*

Séance du 13 Mai 1909.

1° Sciences mathématiques. — M. **G. Niessl von Mayendorff** a déterminé les trajectoires des météores du 12 décembre 1904, du 11 juillet 1906 et du 8 février 1905.

2° Sciences physiques. — M. **M. Kohn**, en traitant par KCAz la combinaison bisulfitique de l'alcool de la diacétone et saponifiant la cyanhydrine formée, a obtenu la lactone de l'acide 2 : 4-diméthylpentane-2 : 4-diol-1-carbonique, qui est probablement identique avec le triméthyl-oxy-butyl-lactide. — MM. **M. Kohn** et **N. L. Muller**, en faisant réagir le tribromophénol sur le benzène en présence d'$AlCl^3$, ont obtenu du bromobenzène et du phénol. — M. **M. Kohn**, en faisant réagir l'hydroxylamine en solution aqueuse en présence d'alcali sur le *m*-dinitrobenzène, a obtenu de petites quantités de nitrobenzène.

3° Sciences naturelles. — M. **F. Steindachner** décrit une nouvelle espèce de *Brachyplatystoma*, le *B. paraense*, des environs de Para, et une nouvelle espèce de *Loricaria* du Jaragua, le *L. jaraguensis*. — M. **J. Wiesner** montre que le feuillage des plantes diminue l'intensité du rayonnement solaire direct dans une mesure appropriée à leur développement. Ce résultat est obtenu de deux façons : 1° par la production d'images du soleil qui se projettent sur les feuilles; 2° par la dispersion de la lumière qui se produit dans tout le feuillage. — MM. **V. Grafe** et **K. Linsbauer** ont constaté que la quantité absolue de substances réductrices dans la pointe de la racine du *Lupinus albus* et du *Vicia Faba* est toujours un minima et qu'elle ne varie pas suivant que les racines sont ou non soumises à l'excitation géotropique.

Séance du 21 Mai 1909.

1° Sciences mathématiques. — M. **H. Tietze** cherche à déterminer l'ensemble des points qui sont constructibles uniquement à l'aide de la règle et du compas.

2° Sciences physiques. — M. **O. Hœnigschmid** a constaté que le calcium, en présence d'un excès de silicium, ne donne qu'un siliciure défini, $CaSi^2$. Mais, si l'on opère en présence d'un excès de métal, on obtient un siliciure Ca^2Si^3, dont les propriétés se rapprochent de celles du Ca métallique et qui est décomposé par HCl avec formation d'une combinaison silicique blanche. Le baryum, en présence d'un excès de Si, donne un siliciure $BaSi^2$; le magnésium fournit un corps Mg^2Si. — Le même auteur a étudié la silicone qui se forme en décomposant $CaSi^2$ par HCl fumant. Elle possède la formule $Si^3H^3O^2$ et perd son H dans le vide en donnant un résidu noir qui doit être un sous-oxyde Si^3O^2. La leucone, qui se forme par éclairement de la silicone, est un produit d'oxydation contenant 2 atomes d'O de plus; par décomposition dans le vide, la leucone perd H et laisse un résidu brun qui est probablement l'oxyde Si^3O^4. — MM. **H. Meyer** et **R. Turnau** ont préparé les anilides et les anisidides de quelques acides cétoniques et aldéhydiques aromatiques. — MM. **Zd. H. Skraup** et **A. von Biehler** ont déterminé les produits d'hydrolyse de la gélatine et ont reconnu qu'il ne s'y trouve aucun acide aminé autre que ceux déjà connus; environ 85 % de la gélatine passe à l'état d'acides aminés dans l'hydrolyse.

3° Sciences naturelles. — M. **B. Wahl** présente la suite de ses recherches sur la structure des Turbellariées parasites de la famille des Dalyellides (Vorticides); elles sont spécialement consacrées à l'anatomie et à l'histologie du nouveau genre et espèce *Umagilla forskalensis*, très voisin du genre *Anoplodium*. — M. **F. von Hœhnel** poursuit ses recherches sur les champignons de Java par la description de 10 nouveaux genres et de 17 nouvelles espèces.

Louis Brunet.

Le Directeur-Gérant : Louis Olivier.

Paris. — L. Maretheux, imprimeur, 1, rue Cassette.

20e ANNÉE · N° 14 30 JUILLET 1909

Revue générale des Sciences pures et appliquées

DIRECTEUR : **LOUIS OLIVIER**, Docteur ès sciences.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. L. OLIVIER, 18, rue Chauveau-Lagarde, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et dans tous les pays étrangers y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Distinctions et Solennités scientifiques

Hommages à M. Metchnikoff. — Après avoir donné à Stockholm sa conférence du prix Nobel, et avant de rentrer en France, M. Metchnikoff a passé quelques jours en Russie, son pays d'origine. Nous avons recueilli les échos de l'accueil qu'il y a reçu, et notre éminent collaborateur nous pardonnera de faire, pour une fois, violence à sa modestie.

M. Metchnikoff a été nommé Docteur en médecine honoraire de l'Académie impériale de Saint-Pétersbourg, académie qui correspond à notre Faculté de Médecine de Paris. Le Conseil municipal de Saint-Pétersbourg a donné son nom au Laboratoire de Bactériologie de la ville et a fondé en son honneur un prix de mille roubles pour l'auteur du meilleur travail de Biologie publié chaque année. A l'occasion des conférences faites par M. Metchnikoff à Saint-Pétersbourg et à Moscou, les nombreuses sociétés scientifiques de Russie lui ont envoyé une longue série d'adresses de félicitations. Tolstoï lui a fait fête, et l'Amiral commandant le port de Cronstadt est venu le saluer au moment où il a débarqué.

Ces témoignages de sympathie honorent à la fois la Russie et M. Metchnikoff. Mais ils sont en même temps un hommage rendu à la Science, et c'est à ce titre surtout que nous avions le devoir de les faire connaître aux lecteurs de la *Revue*.

Election à l'Académie Royale de Belgique. — M. W. Oechsner de Coninck, professeur de Chimie à la Faculté des Sciences de Montpellier, vient d'être élu Associé de l'Académie Royale de Belgique pour la Section des Sciences physiques; la *Revue* lui exprime ses félicitations pour la distinction dont il est l'objet.

Le Jubilé de Darwin à Cambridge. — De grandes fêtes viennent d'avoir lieu à Cambridge, du 22 au 24 juin, pour commémorer le centenaire de la naissance de Darwin (1809) et le cinquantenaire de la publication de son œuvre la plus célèbre : *L'Origine des espèces* (1859).

Organisées par un Comité anglais, elles ont revêtu un éclat tout spécial, par suite de la présence de délégués des Universités, grandes Ecoles, Académies et Sociétés savantes de la plupart des pays du monde. La France était représentée, pour sa part, par MM. E. Perrier et le prince Roland Bonaparte (Institut de France et Muséum d'Histoire naturelle), E. Metchnikoff (Institut Pasteur), R. Zeiller (Ecole des Mines), F. Le Dantec (Université de Paris), Dr Manouvrier (Société d'Anthropologie), Dr Eug. Dupuy et L. Lapicque (Société de Biologie), E. de Margerie (Société géologique de France), G. Papillault (Ecole d'Anthropologie), O. Duboscq (Université de Montpellier), A. Malaquin (Université de Lille) et L. Brasil (Université de Caen et Société linnéenne de Normandie).

Nous empruntons à notre confrère anglais *Nature* quelques détails sur cette belle manifestation.

Le 22 juin, les délégués furent officiellement reçus par le chancelier de l'Université de Cambridge, Lord Rayleigh, au Musée Fitzwilliam.

Le lendemain, dans la salle du Sénat de l'Université, après un discours d'ouverture de Lord Rayleigh, un délégué de chaque nation présenta une adresse, puis quelques discours furent prononcés. M. R. Hertwig (de Munich) rappelle l'influence de Darwin sur la Biologie allemande, en particulier à Jéna, par l'intermédiaire de Heckel. M. E. Metchnikoff fait ressortir la dette que la science médicale doit à la théorie de l'évolution organique fondée par Darwin. M. H. F. Osborn (des Etats-Unis) apporte le tribut des Universités américaines à l'*Alma mater* et remet au « Christ's College » un portrait en bronze de Darwin par William Couper. Sir Ray Lankester, parlant au nom des naturalistes anglais, retrace l'ensemble de l'œuvre de Darwin et montre qu'après cinquante années d'examen et d'épreuve la « théorie de l'origine des espèces au moyen de la sélection naturelle ou de la préservation des races favorisées dans la lutte pour la vie » reste entière, malgré toutes les tentatives faites pour la renverser.

Le soir, un banquet réunissait les délégués et hôtes de l'Université de Cambridge; on entendit des discours de M. Balfour, du Professeur S. Arrhénius et de M. W. E. Darwin.

Le 24 juin, les délégués se réunissaient pour la dernière fois afin d'entendre la « Rede Lecture », délivrée par Sir Archibald Geikie sur ce sujet : Darwin géologue. L'orateur montra l'influence de Lyell sur la pensée de Darwin, puis l'œuvre propre de ce dernier à la suite de l'expédition du *Beagle*.

La séance se termina par la remise du diplôme de docteur ès sciences *honoris causa* de l'Université de Cambridge à MM. le Prince Roland Bonaparte; Ed. van Beneden, professeur de Zoologie à Liége; O. Bütschli, professeur de Zoologie à Heidelberg; R. Chodat, professeur de Botanique à Genève; F. Darwin, professeur honoraire à Christ's College; K. F. von Gœbel, professeur de Botanique à Munich; L. von Graff, professeur de Zoologie à Graz; R. Hertwig, professeur de Zoologie à Munich; H. Höffding, professeur de Philosophie à Copenhague; J. Lœb, professeur de Physiologie à l'Université de Californie; E. Perrier, directeur du Muséum de Paris; G. A. Schwalbe, professeur d'Anatomie à Strasbourg; H. de Solms-Laubach, professeur de Botanique à Strasbourg; C. Timiriazeff, professeur de Botanique à Moscou; F. Vejdovsky, professeur de Zoologie à Prague; M. Verworn, professeur de Physiologie à Gottingue; H. von Vöchting, professeur de Botanique à Tubingen; H. de Vries, professeur de Botanique à Amsterdam; Ch. D. Walcott, secrétaire de la Smithsonian Institution à Washington; E. B. Wilson, professeur de Zoologie à l'Université Columbia de New-York; et C. R. Zeiller, professeur de Paléobotanique à Paris.

Le témoignage unanime rendu par les délégués à l'influence de Darwin sur le travail et la pensée scientifiques a donné aux manifestations de Cambridge un caractère particulièrement imposant; le monde savant tout entier s'associe, d'ailleurs, à cet hommage rendu à l'un des plus grands génies du XIXe siècle.

§ 2. — Physique

Une nouvelle méthode de recherche de la chlorophylle, avec application possible aux corps du système planétaire. — M. M. Umoff, dans un travail publié il y a quelques années[1], démontrait que, si un faisceau de rayons polarisés est dispersé par un corps, ses rayons émergents sont plus ou moins dépolarisés, tandis que les rayons le plus fortement absorbés présentent la polarisation la plus considérable. Comme des phénomènes analogues se produisent dans le cas où la lumière incidente est naturelle, non polarisée, l'analyse du degré de polarisation de la lumière dispersée par un corps permet de tirer certaines conclusions relatives à sa constitution, fait d'une grande importance pour les corps opaques.

En continuant ses recherches, l'auteur[2] propose d'utiliser ce même principe pour constater la présence, sur les planètes, de la chlorophylle, qui présente ces phénomènes avec une intensité considérable.

Une solution concentrée de chlorophylle dans l'alcool a été répandue sur un disque de papier, disposé sur le fond plat d'une cuvette évaporatrice. Après avoir vaporisé le liquide par un faible échauffement continué pendant plusieurs heures, le disque desséché a présenté une couleur vert-gris mat et uniforme.

L'image du filament d'une lampe de Nernst, projetée sur un disque préparé de cette façon, a été observée à l'aide d'un spectroscope à polarisation, se composant d'un objectif, d'une lentille cylindrique, d'un polariscope de Savart, d'un prisme à vision directe et, comme oculaire, d'une petite lunette de faible pouvoir en position renversée.

La figure 1 représente, grossie 1 1/2 fois, l'image observée au spectroscope. La partie rouge du spectre s'étend de *a* à *o*, l'orange et la jaune de *o* à *gr*, après quoi suivent les parties verte, bleue et indigo. Les bandes de Savart croisent le spectre en direction transversale; presque la moitié de la région rouge présente l'aspect d'un bord large et sombre, traversé par de courtes et faibles bandes de Savart, semées de taches noires rondes et bien marquées α, de la grandeur d'une grosse tête d'épingle ; cette région correspond à la bande d'absorption maxima de la chlorophylle. Quant aux régions suivantes du spectre, les bandes de Savart s'affaiblissent d'abord, pour s'assombrir et s'élargir à la limite de l'orange (β); c'est la seconde bande d'absorption dans le rouge. Après avoir ensuite pâli, les bandes de Savart, à partir du vert, s'assombrissent et s'élargissent de plus en plus, jusqu'à ce qu'elle disparaissent dans l'obscurité de l'indigo.

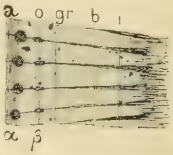


Fig. 1. — *Image de la chlorophylle observée au spectroscope polariseur.*

Ce même phénomène s'observe sur les feuilles des plantes vivantes. Des bandes analogues se constatent, du reste, dans le cas d'autres corps à absorption sélective (matières colorantes et minerais divers), dont la plupart présentent, soit l'absence de polarisation dans le rouge moyen et une polarisation faible dans le rouge extrême, soit une polarisation qui s'étend sur le rouge tout entier.

En remplaçant l'image du filament de Nernst par la fente du spectroscope d'une lunette astronomique, l'auteur pense que cette méthode, appliquée à l'observation des planètes, permettra d'y découvrir la présence de la chlorophylle. Les examens faits par cette méthode des minerais de notre Terre, et l'observation d'un point à l'autre de la surface de la Lune, pourront nous renseigner sur la constitution de cette dernière. Ne disposant pas lui-même des ressources nécessaires pour appliquer cette méthode aux espaces planétaires, l'auteur propose aux astronomes de la parfaire et de la vérifier.

§ 3. — Chimie

Le Congrès international de Chimie appliquée. — Le Congrès international de Chimie appliquée, dont la 7e session vient d'être tenue à Londres, du 27 mai au 2 juin, compte parmi les plus importants, s'il n'est même le plus important de tous les Congrès scientifiques de l'année. Il a réuni, cette fois, plus de 4.000 membres, appartenant à une trentaine de nations différentes, et près de 1.000 Rapports ou Mémoires sur les sujets les plus variés de la Chimie y ont été présentés et, le plus souvent même, discutés.

Dû à l'initiative combinée de l'Association belge des Chimistes et de l'importante Association française des Chimistes de sucrerie et de distillerie, le Congrès s'est réuni pour la première fois à Bruxelles en 1894, sous la présidence de M. Hamise. L'intérêt en fut reconnu tout de suite si manifeste que de nouvelles sessions eurent lieu tous les deux ans, puis, en raison de leur importance croissante et du temps de plus en plus considérable nécessité par leur organisation, seulement tous les trois ans. MM. Lindet, Berthelot, Prégis, Moissan, O. Witt, Paterno, en furent les présidents successifs. Cette année, le Congrès était présidé par sir William Ramsay, avec M. Macnab comme secrétaire général.

Les diverses branches de la Chimie avaient été réparties en onze sections, dont plusieurs admettaient deux ou trois sous-sections : Section 1, Chimie analytique; — Section 2, Chimie inorganique et industries qui en dérivent; — Section 3, Métallurgie et mines, explosifs; — Section 4, Chimie organiques et industries dérivées, matières colorantes et parfums; — Section 5, Industries des sucres; — Section 6, Industries de l'amidon, de la fécule et des farines, fermentations et distillerie; — Section 7, Chimie agricole; — Section 8, Hygiène, Chimie physiologique et pharmaceutique,

[1] *Phys. Zeitschr.*, t. VI, p. 674, 1905.
[2] *Phys. Zeitschr.*, t. X, p. 259, 1909.

Bromatologie; — Section 9, Chimie photographique; — Section 10, Electrochimie, Chimie physique, radiologie; — Section 11, Lois et Economie politique dans leurs rapports avec l'industrie chimique.

Donner même un simple aperçu des travaux de ce colossal Congrès est, pour l'instant, tout à fait impossible. Il faudra, pour se faire une idée de leur importance, attendre que les Rapports, les Mémoires et les discussions aient été publiés. Il semble, cependant, que, parmi beaucoup d'autres, les questions suivantes aient particulièrement attiré l'attention des membres du Congrès : l'unification des méthodes d'analyses agricoles et alimentaires; la fixation industrielle de l'azote atmosphérique; l'étude physico-chimique des métaux et des alliages; les nouveaux groupes de matières colorantes; la théorie de la teinture; les méthodes de contrôle en sucrerie; les derniers perfectionnements apportés à l'industrie sucrière; la constitution de la matière amylacée; les propriétés du malt; l'emploi agricole du manganèse et les engrais catalytiques; la valeur des dé-infectants et des procédés de désinfection; la chimie physiologique, pour laquelle il a même été décidé de former dans l'avenir une section particulière; la composition et l'unification de formule des médicaments; les nouveaux procédés photographiques; les applications industrielles de l'électrolyse; l'épreuve des explosifs; la constitution de la chlorophylle; la législation des industries toxiques; la question des marques de fabrique et les brevets internationaux, etc.

Des conférences générales par MM. Haller, sur la synthèse du camphre, Paterno, sur l'avenir de la synthèse organique, O. Witt, sur l'industrie allemande, et de sir Boverton Redwood, ont remporté un très grand succès.

Comme on pouvait s'y attendre, étant donnée la large hospitalité anglaise, les membres du Congrès ont été conviés à des réceptions et à des fêtes où la beauté du cadre, parfois même la mise en scène de costumes traditionnels, ont contribué à faire régner la plus cordiale et la plus franche sympathie. Un Comité spécial, formé sous la présidence de Lady Ramsay, s'était chargé, en outre, d'accueillir les dames des congressistes et de leur rendre aussi agréable que possible le séjour à Londres.

Le Congrès, qui avait été ouvert sous la présidence effective du prince de Galles, a été clôturé par une visite au château de Windsor, double témoignage de l'intérêt que le Gouvernement de la Grande-Bretagne porte au développement des questions scientifiques et industrielles.

Avant de se séparer, les congressistes ont choisi comme lieu de la prochaine session, en 1912, la ville de New-York, et ont élu M. Nichols, le grand industriel américain, pour présider cette future et imposante manifestation de l'activité humaine.

Tables physico-chimiques annuelles. — Il a été créé par le dernier Congrès de Chimie appliquée, qui s'est tenu à Londres du 2 au 7 juin, un Comité international chargé de recueillir et publier annuellement toutes les données numériques et les constantes physiques dignes d'intérêt pour les recherches physiques, chimiques et physico-chimiques et qui sont éparses dans toutes les publications du monde entier.

Il ne nous paraît pas nécessaire d'insister sur l'importance de semblables tables. Le vœu concernant leur publication a été présenté au Congrès de Londres par M. C. Marie, secrétaire de la Société de Chimie physique, au nom de cette Société. Le Comité est composé de MM. R. Abegg (Breslau), W. D. Bancroft (Ithaca), Bodenstein (Hanovre), Bruni (Padoue), Carrara (Milan), Dutoit (Lausanne), Findlay (Birmingham), Kistiakowsky (Saint-Pétersbourg), Lewis (Boston), H. Lunden (Stockholm), R. Mourelo (Madrid), Rothmund (Prague), G. Urbain (Paris), P. Walden (Riga), Wilsmore (Londres). Le secrétaire du Comité est M. Ch. Marie, chef des travaux pratiques de Chimie physique et d'Electrochimie à la Faculté des Sciences de Paris.

§ 4. — Paléontologie

Le plus vieil ossement humain. — Parmi les ossements fossiles de l'homme découverts jusqu'à ce jour, les plus anciens appartenaient au Quaternaire moyen. Tels les « Néanderthaloïdes » du bassin de la Dordogne. Le *Pithecanthropus* semble bien cependant, d'après M. Eug. Dubois, appartenir au Tertiaire supérieur (Pliocène), mais il est possible aussi qu'il ne date que du Quaternaire inférieur.

Or, un savant allemand, M. Schoetensack, vient de faire une découverte des plus intéressantes. Il s'agit d'une mâchoire inférieure appartenant à un être qui semble être l'homme le plus ancien du Globe, sinon le précurseur de l'homme lui-même. Cette découverte eut lieu dans la sablière de Mauer (Sanden von Mauer), à une dizaine de kilomètres au sud de Heidelberg, à une profondeur de 24 mètres et à $0^{m},75$ au-dessus du plancher rocheux de la carrière. La sablière est formée de trois grands groupes de couches de terrain : le premier contient du lœss récent, sur une épaisseur de 5 mètres environ; le second, du lœss ancien, sur une épaisseur de 6 mètres; le troisième enfin, épais de 14 mètres, comprend deux couches de sables appuyées sur le fond rocheux et séparées l'une de l'autre par une couche d'argile, mélangée de cailloux roulés. M. Schoetensack, dans le remarquable ouvrage auquel nous empruntons ces renseignements [1], a subdivisé méthodiquement ce dernier groupe en vingt-trois couches secondaires, et c'est dans la dix-neuvième couche, à partir d'en haut, que fut découverte la mandibule en question. Les ossements fossiles que l'on trouve dans cette couche appartiennent à des animaux du Quaternaire : *Cervus elaphus*, *Leo spelæus*. Cependant, pas d'*Elephas primigenius*. A sa place, on a trouvé l'*Elephas antiquus*, lequel, ainsi que des restes du *Rhinoceros etruscus*, du *R. Merckii*, d'un cheval voisin de l'*Equus Stenonis* et de différentes coquilles pliocènes, conduisent à assimiler la couche où fut trouvée la remarquable mâchoire humaine aux « Sables de Mosbach », au « Forest Bed » pré-glaciaire de Norfolk et au Pliocène supérieur de l'Europe méridionale.

La mandibule, parfaitement conservée et garnie de toutes ses dents, fait songer, tout d'abord, à la mâchoire inférieure d'un gorille, par sa branche montante très élargie, bien que le corps lui-même soit plus court que chez cet anthropoïde. Les dents, par leur forme et leurs dimensions, sont identiques aux dents humaines actuelles; très serrées, elles s'élèvent toutes à la même hauteur, au contraire de ce qui se voit chez les Anthropoïdes. Le menton est très fuyant et la symphise mentonnière ne toucherait pas un plan horizontal sur lequel on placerait la mâchoire.

M. Schoetensack croit qu'il s'agit là d'un reste d'une espèce spéciale du genre *Homo*, espèce qu'il nomme : *Homo Heidelbergensis*. En définitive, la mandibule rappelle, par sa conformation générale, celle d'un anthropoïde, mais ses dents sont essentiellement humaines et ne permettent pas non plus de l'attribuer au *Pithecanthropus*. Il y a donc lieu de croire que nous sommes en présence d'un ossement appartenant à un ancêtre commun à l'homme et aux anthropoïdes. On ne saurait donc trop insister sur l'importance de cette découverte.

J. Deniker,
Bibliothécaire du Muséum d'Histoire naturelle.

§ 5. — Enseignement et Sociétés

La Société de Secours des Amis des Sciences. — La Société de Secours des Amis des

[1] O. Schoetensack : Der Unterkiefer des *Homo Heidelbergensis*. Leipzig, 1908, in-4°, 13 Pl.

Sciences, fondée en 1857 par un illustre chimiste, le baron Thénard, a tenu en juin dernier sa séance annuelle. M. Gaston Darboux, secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences, a été réélu président; MM. Aucoc et Picard, membres de l'Institut, vice-présidents; M. Joubin, professeur au Muséum, secrétaire; M. R. Fouret, trésorier.

La Société de Secours des Amis des Sciences a pour but de venir en aide aux hommes de science qui se débattent contre les difficultés matérielles de la vie, ou à leur veuve, leurs enfants, que leur mort laisse sans ressources. Elle a distribué depuis son origine plus de 2.500.000 francs.

Pendant la dernière année, elle a versé 80 pensions à de vieux savants et à des veuves de savants, professeurs et inventeurs frappés par le malheur. Elle a, en outre, donné des ressources pour l'éducation et l'instruction de 70 enfants, distribué des secours urgents à 35 veuves et enfin entretenu 20 pensionnaires à la Maison de Retraite Galignani.

Cette belle et grande œuvre de réparation et de justice sociale, qui a compté au nombre de ses présidents J.-B. Dumas, Louis Pasteur, Joseph Bertrand, fait appel à tous les hommes de cœur et d'intelligence, à toutes les personnes qui s'intéressent aux Sciences, notamment aux industriels qui tirent des applications multiples des Sciences des profits auxquels les savants qui les ont découvertes n'ont le plus souvent aucune part.

La souscription annuelle nécessaire pour devenir membre de la Société est de 10 francs. On peut obtenir le diplôme de souscripteur perpétuel en versant une somme de 200 francs. Les cotisations doivent être adressées à M. René Fouret, trésorier de la Société, 79, boulevard Saint-Germain.

Nous ne saurions trop faire appel à la générosité de nos lecteurs en faveur de cette Œuvre, qui a fait tant de bien déjà, et qui pourrait en faire davantage, si elle obtenait de nouvelles donations ou souscriptions.

§ 6. — Sciences diverses

Le mouvement de la population française en 1908. — La situation de la France, au point de vue démographique, qui était alarmante depuis plusieurs années, s'est enfin améliorée en 1908. Alors qu'en 1907 le nombre des décès l'avait emporté de 19.892 sur celui des naissances, on a pu enregistrer en 1908 un excédent de 46.441 naissances. Ce résultat est dû à ce que le nombre des décès a été inférieur de 48.266 au chiffre de 1907, tandis que d'un autre côté le nombre des naissances augmentait de 18.067.

L'accroissement relatif de la population, qui, de 18 °°/₀₀ en 1901-1905, s'était abaissé à 7 en 1906 et avait fait place, en 1907, à une diminution de 5 °°/₀₀, est, par suite, remonté en 1908 à 12. Les excédents de naissances se sont étendus de 29 à 45 départements; la plus forte proportion a été enregistrée dans le Pas-de-Calais (110 °°/₀₀), le Finistère (86), le Morbihan (84), le Nord (64), la Corse (58), la Vendée (55), etc. Le seul arrondissement de Béthune a bénéficié d'un excédent de naissance de 6.284, soit plus de un huitième du total. La plus forte natalité se constate toujours dans les régions du Nord, de la Bretagne, aux frontières de l'Est, dans le Limousin et la Corse; la mortalité domine dans les bassins de la Garonne et du Rhône, où la dépopulation est encore accentuée par l'exode montagneux.

Notre nombre de naissances diminue régulièrement: de 1886 à 1906, le chiffre tombe de 900.000 à 800.000; nous sommes aujourd'hui à 791.712, ce qui représente 20,2 par 1.000 habitants, tandis que la proportion est de 25 pour la Belgique, 27 pour l'Angleterre et la Suisse, 31 pour l'Italie, 33 pour l'Espagne et l'Allemagne, 36 pour la Hongrie, 48 pour la Russie.

La natalité est, d'ailleurs, en baisse dans la plupart des Etats de civilisation occidentale; il n'y a guère que la Russie, les pays balkaniques et l'Espagne qui semblent y échapper. De 1875 à 1905, on estime que le nombre des naissances a baissé, en France, de 26 à 20 pour 1.000 habitants, en Allemagne de 40 à 33, en Angleterre de 36 à 27, en Italie de 37 à 31, en Hongrie de 44 à 36, en Belgique de 33 à 25, en Hollande de 36 à 30, en Suisse de 32 à 27, en Suède de 31 à 25,5.

En règle générale, la mortalité baisse en même temps que la natalité, d'abord parce que les progrès de l'hygiène et de l'aisance diminuent le nombre des décès à tous les âges, et qu'ensuite le fait seul de la réduction des naissances entraîne un abaissement de la mortalité infantile[1]. Nous échappons à cette règle; il n'y a guère que l'Espagne, la Serbie, la Roumanie, la Hongrie, la Russie qui aient une mortalité nettement supérieure à la nôtre, compensée, d'ailleurs, par une très forte natalité. Notre taux de mortalité est de 19 °°/₀₀, tandis qu'il s'élève à 14,6 en Suède, 15,4 en Belgique, 15 en Hollande, de 15 à 17 en Angleterre et en Suisse, 20,8 en Italie, 22,7 en Autriche.

De 1871-1875 à 1907, l'excédent annuel des naissances sur les décès pour 1.000 habitants a passé en Belgique de 9,2 à 9,8, en Hollande de 10,6 à 15,4, en Italie de 6,4 à 10,6, en Autriche de 6,7 à 11,2, en Allemagne de 13,1 à 14,2. Dans tous ces pays, la mortalité a baissé plus rapidement que la natalité. Le phénomène inverse est constaté en Angleterre où cet excédent a diminué de 13,5 à 11,3, en Suède de 12,4 à 10,9, en Norvège de 12,7 à 12,1, en France de 2,9 à 1,2 en 1908, après avoir été négatif en 1907.

Un excédent aussi faible pour notre pays doit attirer l'attention. S'il est difficile d'agir sur la natalité, il est, par contre, plus facile de restreindre la mortalité en assainissant les villes et en répandant les principes d'hygiène. Cette science vitale n'a pas dans nos Universités une place en rapport avec son importance; elle devrait, en outre, figurer dans nos programmes d'enseignement secondaire et primaire, et il faudrait répandre à profusion l'enseignement ménager qui est appelé à jouer un rôle social de premier ordre dans les classes ouvrières[2].

Le nombre des mariages constaté en 1908 (315.928) est le plus élevé qu'on ait enregistré depuis 1873; l'augmentation est de 1.172 par rapport au chiffre de 1907, qui excédait déjà de 8.269 celui de 1906. Le nombre des divorces s'accroît, par contre, d'une façon régulière: de 7.157 en 1900, il est passé à 10.019 en 1905, 10.573 en 1906, 10.938 en 1907, 11.515 en 1908.

Le chiffre des naturalisations s'est élevé de 2.149 en 1906 à 2.914 en 1908, en augmentation de 338 sur 1907 (2.576). Le nombre de 1908 comprend 1.919 hommes et 995 femmes, auquel il faut ajouter 5.085 enfants. Les naturalisés appartiennent principalement à la Belgique (2.549), à l'Italie (1.223), à l'Alsace-Lorraine (881) et à l'Espagne (374).

Pierre Clerget,
Professeur à l'Ecole supérieure de Commerce de Lyon.

[1] Pierre Leroy-Beaulieu : *L'économiste français*, 5 juin 1909.
[2] Sur le rôle économique et social de l'enseignement ménager, Cf. les rapports de Mmes Brunhes, Ruchet et Monneron, de MM. Chevsson et Clerget, au *Congrès international d'enseignement ménager* de Fribourg (29-30 septembre 1908). Rapports et comptes rendus, 2 vol. in-8, Fribourg, 1909.

CARÈNES ET POISSONS

STABILISATION PAR LES NAGEOIRES

Depuis quelques années, j'ai entrepris de montrer que la forme des poissons est le résultat nécessaire des pressions dues à la résistance de l'eau s'exerçant sur un corps relativement plastique qui s'y déplace avec une certaine vitesse. J'ai publié déjà quelques résultats[1], mais j'en possède de plus nombreux encore, ayant abordé le problème par des voies très diverses et fait converger vers sa solution des recherches qui tendent au même but, mais qui diffèrent profondément entre elles par les techniques dont elles font usage.

En ce moment, une de mes séries d'expériences, sans être encore tout à fait achevée, me semble déjà suffisamment concluante pour mériter d'être connue, et je vais brièvement en exposer les résultats principaux.

Si véritablement, comme je le pense, la forme des poissons est due au modelage par la résistance de l'eau, elle doit être en même temps la forme de résistance minima, puisque, tant que ce résultat n'est pas atteint, la cause persistante continue à niveler la surface.

I. — Résistance a l'avancement dans l'eau de diverses carènes allongées.

§ 1. — Les formes étudiées.

Afin d'avoir des renseignements précis que je pusse utiliser moi-même pour le but spécial que j'avais en vue, j'ai mesuré la résistance à l'avancement dans l'eau d'un certain nombre de mobiles ayant même diamètre transversal, 24 millimètres, même rugosité de surface et ne différant entre eux que par la forme. Laissant de côté les cas du plan mince, de la demi-sphère ou d'autres surfaces simples, j'ai choisi six formes allongées susceptibles de supporter la comparaison avec celle du poisson, chacune de celles-ci étant reproduite en trois longueurs différentes, qui étaient entre elles dans les rapports 1, 1,5 et 2, savoir : 18, 27 et 36 centimètres, la section restant identique. Cela faisait en tout 18 modèles répartis en 6 groupes. J'ai étudié leur marche à 29 vitesses différentes et pris en conséquence 522 mesures au chronomètre.

Les 6 formes employées sont les suivantes : I, un cylindre retaillé à son tiers antérieur par un dièdre à arête horizontale et, à son tiers postérieur, par un dièdre à arête verticale. Cette forme devait être la plus mauvaise, car on sait, en construction navale, qu'il est très défavorable de laisser une partie cylindrique au milieu de la carène; II, une forme rappelant la veine inversée, présentant à partir du milieu une taille horizontale et une verticale, les deux surfaces étant raccordées en s'inspirant de la forme liquide préalablement observée; III, un cylindre retaillé en cône à son tiers antérieur et à son tiers postérieur, les arêtes de raccord rabattues pour la continuité; IV, un cône, surmonté à sa base d'une faible calotte sphérique et marchant le gros bout en avant; V, le même marchant le petit bout en avant; VI, la forme poisson, géométriquement, définie comme un cône de révolution retaillé à son gros bout antérieur par un dièdre à arête horizontale intéressant le quart de la longueur et, à l'arrière, par un dièdre à arête verticale.

J'ai déjà montré, par l'étude du maître-couple, que cette définition se retrouve chez tous les poissons, parfois avec évidence (*truites*, *surmulet*, *squales*, etc.), d'autrefois dissimulée et principalement parce qu'il s'y superpose une compression latérale générale (*carpes*, *tanches*, *dorades*, etc.). Autrement dit, le cône qui sert de départ pour la construction, au lieu d'être à section droite circulaire, devrait être à section droite elliptique. Je me propose d'étendre ultérieurement mes investigations à ce cas; pour commencer, je me borne à celui que j'ai défini, dont la réalité n'est pas moins certaine.

Les modèles étaient construits en bois, peints à 3 couches pour qu'ils fussent bien imperméables, et lestés de façon à flotter juste dans de l'eau à 12° environ. Si la température s'élevait, ils coulaient au fond; si elle s'abaissait, ils flottaient à la surface; mais, dans un cas comme dans l'autre, le poids ou la force ascensionnelle étaient quantités assez faibles pour être négligées. J'ai donc considéré mes mobiles comme étant sans poids propre; leur masse ne peut intervenir que dans la mesure où l'accroissement de volume changerait aussi la surface au maître couple et, comme j'ai conservé celle-ci constante, elle n'intervient pas.

§ 2. — Le mécanisme moteur.

La progression dans l'eau était assurée par la chute d'un poids. J'ai pu réaliser une installation peu coûteuse, grâce à l'hospitalité tout aimable que j'ai reçue de M. Coudry, directeur de l'École

[1] La forme et le mouvement. *Université de Paris*, juin 1905. — Notes préliminaires sur la forme des poissons. *Archives de Zoologie expérim. et génér.*, 1908.

horticole du Plessis-Piquet. Il a bien voulu mettre à ma disposition une pièce d'eau située dans l'ancienne propriété de Colbert que son école occupe. Au bord de l'eau s'élève un magnifique peuplier qui m'a servi de pylone. A 16 mètres de hauteur, j'y ai fait clouer une planchette portant une poulie grossière sur laquelle passait une corde, dont les deux extrémités étaient, d'autre part, amarrées près de terre. Avec cette corde, je pouvais hisser à la hauteur de 16 mètres une poulie plus précise. L'axe de celle-ci était supporté par une fourche prolongée par un axe vertical monté sur billes, qui permettait à la poulie d'être toujours dans le plan de traction; elle même tournait sur deux pointes d'acier très fines et réglables. Il en était ainsi pour deux poulies de renvoi nécessaires pour tirer les mobiles à 0m,30 ou 0m,50 au-dessous de la surface de l'eau.

A la condition de régler toujours les poulies convenablement et d'employer toujours la même sorte de fil, j'avais un appareil parfait, qui, à un an de distance, me donnait exactement les mêmes mesures pour un même mobile tiré par le même poids. J'ai été aidé avec le plus grand zèle et la plus pratique intelligence par mon élève et ami, M. X. Roques, agrégé préparateur à l'École Normale supérieure, et je suis heureux de reconnaître son efficace collaboration, sans laquelle je ne serais pas parvenu à mener à bien ces mesures.

Les mobiles, marchant horizontalement dans l'eau, ont, abstraction faite des frottements du mécanisme, le même mouvement que s'ils y tombaient verticalement en ayant successivement pour poids les poids moteurs, et, comme ils sont tirés par leur avant, il faut ajouter que, dans le cas de la chute, leur centre de gravité serait très antérieur. Ils marchent donc dans l'eau comme s'ils y tombaient en corps d'abord légers, de plus en plus alourdis par l'accroissement du poids moteur. Finalement, s'ils devenaient assez lourds pour leur volume, leur marche, ou leur chute, deviendrait identique à ce qu'elle serait dans le vide. Pratiquement, nous nous sommes arrêtés avant cette limite, quand les accroissements de vitesse, devenus inférieurs à 0°2, ne furent plus appréciables avec certitude, ce qui a été atteint pour un poids moteur de 3 kilogrammes. Nous avons opéré entre des vitesses de 0m,40 à la seconde ou 1 kil. 440 à l'heure et 7 mètres par seconde ou 25 kil. 200 à l'heure, ce qui, vu la petitesse de nos modèles, représente des vitesses très supérieures à celles qui sont atteintes par les ballons ou les navires. D'autre part, pour la dimension et la vitesse, nos mobiles sont directement comparables à beaucoup de poissons.

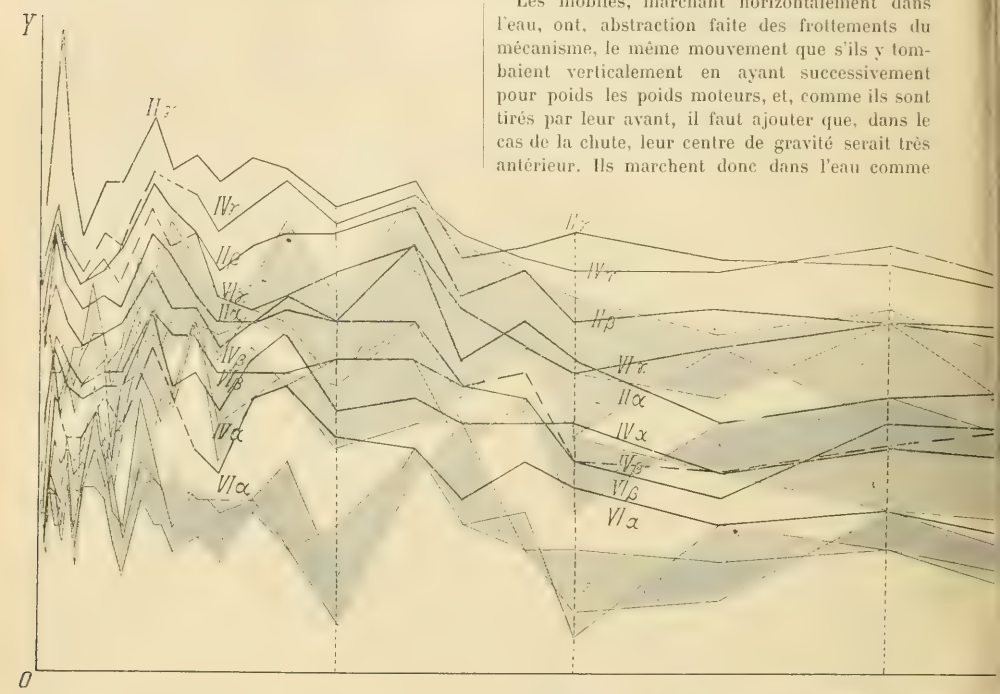


Fig. 1. — *Graphique des courbes de marche de divers mobiles donnant les pourcentages de puissance perdue en fonction de* forme; la portion de l'aire couverte d'une teinte de hachures verticales es

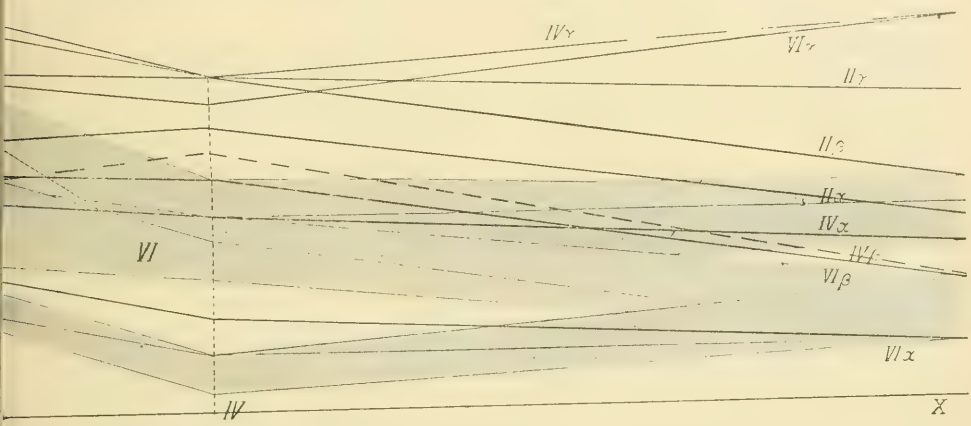
Avec les tâtonnements du début, les interruptions par les très mauvais temps, par les devoirs professionnels et par d'autres travaux, ces expériences ont duré près de deux ans. Dans les saisons successives, mon appareil ne m'a permis de voir aucune différence due au changement de la viscosité de l'eau aux diverses températures; sa sensibilité n'allait pas jusque-là, mais elle était suffisante pour me faire retrouver un phénomène bien connu des hydrauliciens et qui est l'état presque pâteux de l'eau au voisinage de 0° et avant qu'elle soit gelée; à 3° ou 4°, on n'observe rien de pareil. A deux reprises, au voisinage du gel, mon système, qui toujours donnait des raccords justes, ne fournissait plus rien de bon. Les écarts variaient de 0"9 pour un poids de 200 grammes à 0"4 pour un poids de 4 et 500 grammes et 0"1 pour 1.000 grammes. Ces retards, indiquant un sensible accroissement de résistance, ne sont pas constants à un même poids; ils varient avec les diverses formes. Il était tout à fait hors de mon projet d'étudier ce phénomène spécial; je le signale seulement pour faire apprécier la délicatesse relative de mon mécanisme.

§ 3. — **Comparaison des mesures obtenues.**

Afin de comparer entre elles les mesures ainsi obtenues, j'ai opéré de la façon suivante, qui me semble la meilleure pour éliminer le mécanisme, sinon absolument, du moins autant que cela est possible.

Pour chaque poids moteur, je mesure le temps de chute, le fil passant sur toutes les poulies et traînant dans l'eau, mais sans mobile au bout. Le système complexe formé des poulies, du fil, de l'air qui s'oppose à la chute du poids et de l'eau dont le frottement retient le fil a, pour un poids donné, une certaine puissance P, facile à calculer puisque je connais le poids moteur p, la hauteur de chute h et le temps t. Tout restant semblable, j'accroche un mobile à l'extrémité du fil; j'obtiens un autre temps t' et une autre puissance P'. La différence entre les deux puissances P—P' est la puissance perdue par le fait du mobile. Ce n'est pas encore ce nombre qui est bien intéressant à connaître; c'est surtout son rapport à la puissance totale, soit le quantième perdu, le tant pour cent par exemple, ou :

$$\frac{100(P - P')}{P}.$$



puissances du mécanisme moteur sans mobile. — Chaque aire teintée comprend les tracés relatifs aux trois mobiles d'une même limitée par les tracés relatifs aux mobiles de forme moyenne et longue.

Par un calcul bien simple, il est facile de voir que :

$$\frac{100(P - P')}{P} = \frac{100(t' - t)}{t'}.$$

Comme résultat global de ces recherches, les divers mobiles, classés d'après la puissance perdue en moyenne aux divers poids, se rangent ainsi en mettant ensemble les trois longueurs d'une même forme :

	PERTE MOYENNE de puissance motrice
IV. Cône gros bout antérieur.	22 %
V. Cône petit bout antérieur.	24 »
VI. Poisson	29 »
II. Veine inversée	30 »
III. Fuseau biconique.	32 »
I. Fuseau bidièdrique	36 »

Bien qu'un pareil classement d'après des moyennes soit un peu brutal, il donne cependant une idée juste

de la valeur des diverses formes employées et de leur résistance à l'avancement. J'ai d'ailleurs construit, pour chaque mobile individuellement, les courbes de marche, en prenant pour abscisses les puissances du mécanisme moteur sans mobile et pour ordonnées les pourcentages de puissance perdue à chaque vitesse. Ainsi :

$$x = \frac{ph}{t};$$

$$y = \frac{100(t' - t)}{t'}.$$

Les 18 courbes se répartissent en six groupes correspondant chacun à une des six formes reproduites en trois longueurs. La superposition de ces courbes donne comme classement le même résultat que la considération des moyennes. Je ne veux ici ni analyser en détail ces diverses courbes, ni les reproduire toutes ; je me borne à donner comme exemple (fig. 1) un graphique montrant ensemble les mobiles de la forme I, VI et IV. Les courbes de marche pour les 3 mobiles d'une même forme délimitent ensemble une certaine aire que je couvre d'une teinte ; les tracés relatifs aux mobiles de forme moyenne et longue en comprennent une autre, partie de la première, que je distingue par sa teinte faite de hachures verticales. On voit ainsi la marche d'ensemble pour chaque forme et le détail pour chaque longueur, à la condition de noter quelques repères : α, pour la petite, β, pour la moyenne, γ, pour la grande.

Le cône marchant le petit bout en avant mérite une mention spéciale, surtout quant à la forme courte, les formes moyenne et longue ne présentant rien de bien particulier en outre de ce que je viens de dire. Or, la petite forme est, dans ce type, comme d'ailleurs dans tous les autres, la plus caractéristique ; il est facile de comprendre, en effet, que toutes les formes, s'allongeant de plus en plus, deviennent de plus en plus semblables entre elles, en devenant semblables à une baguette quelconque dont les caractères de forme s'effacent par rapport à la longueur. Le cône à forme courte, avançant le petit bout le premier, a la marche la plus irrégulière de toutes, tantôt présentant le maximum de perte, peu après le minimum et cela d'une façon répétée. C'est cette forme qui donnerait le plus de renseignements pour une étude purement physique du mouvement tourbillonnaire.

§ 4. — Conclusions sur les carènes instables.

Quoi qu'il en soit, le résultat auquel nous voici arrivés est quelque peu déconcertant pour l'idée que je poursuis, à savoir la supériorité de la forme poisson, puisqu'elle ne se classe qu'en troisième rang. C'est aussi la forme que M. Weyher proposait ici même pour la meilleure carène, et le résultat de mes mesures n'est guère favorable à cette manière de voir. Je ne me laissai point troubler par ces faits, quelque certains qu'ils me parussent, et ma conviction n'en fut point ébranlée. Ils ne sont, en effet, relatifs qu'à des carènes instables, et tout de suite m'apparut le rôle probable des nageoires, quoique certaines expériences récentes tendent à le faire considérer comme insignifiant. Je ne doutai pas un instant qu'après stabilisation la forme poisson ne gagnât la primauté, et, si le fait se vérifiait, il était de nature à rendre mon idée singulièrement plus précise en montrant le déterminisme de la forme singulièrement plus étroit, puisqu'il n'y avait plus d'abstraction à faire et qu'il fallait la prendre toute, au complet, non seulement dans sa charpente générale, mais avec toutes ses annexes.

II. — Stabilisation des Carènes.

§ 1. — Les figures d'oscillation.

Le mouvement de translation des divers mobiles, tirés comme je l'ai dit, est troublé par des mouvements transversaux, causés par les tourbillons de l'eau déplacée, et qui sont, en somme, la manifestation de leur instabilité. Les aéronautes se bornent à décomposer ces mouvements en deux groupes : ceux dont la principale composante est horizontale constituent l'*instabilité de route* ; ceux dont la principale composante est verticale constituent l'*instabilité longitudinale*.

Sans faire cette décomposition, et en regardant le phénomène total, on observe que chaque forme a ses mouvements spéciaux, par lesquels peut être définie son instabilité particulière comme une sorte d'oscillation ou de vibration autour de l'axe du mouvement. On peut dire, d'une façon générale, que, par suite de ses mouvements transversaux périodiques et non amortis, chaque mobile dessine dans l'eau une figure virtuelle inverse de la sienne propre. Cette figure, à chaque instant défaite par la translation, se dessinerait seule et purement si le mobile était fixé dans un courant large, rapide et sans remous dus à des frottements de parois, les conditions de fixation du mobile restant toujours les mêmes, naturellement.

Le cône marchant le gros bout en avant oscille sur un cône à pointe antérieure (A, fig. 2) ; le cône marchant le petit bout antérieur dessine un cône à pointe postérieure (B, fig. 2) ; le fuseau biconique, une sorte d'hyperboloïde à une nappe (C, fig. 2) ; le poisson, qui est l'assemblage de deux coins, l'un à arête antérieure horizontale, l'autre à arête verticale postérieure, dessine à l'avant un coin dont l'arête horizontale est postérieure, et à l'arrière un autre coin dont l'arête verticale est anté-

rieure (D, fig. 2); autrement dit, sa tête oscille de bas en haut et de haut en bas, tandis que sa queue oscille de droite à gauche et de gauche à droite. Tous ces mouvements sont assez prompts par rapport à la translation et sont parfaitement nets.

Le fuseau bidièdrique et la forme en veine inversée paraissent d'abord faire exception à la loi générale que j'ai posée; cependant, il n'en est rien. Marchant l'avant horizontal, ils devraient osciller de haut en bas avec la tête, et battre de droite à gauche avec la queue; ils le font aussi, mais d'une façon extrêmement lente par rapport à la translation. Cette lenteur témoigne de leur plus grande instabilité, et leurs déplacements très faibles, non

La forme de toutes les oscillations dont il vient d'être question est toujours la même, quelle que soit la vitesse, et dépend exclusivement de la forme du mobile. La vitesse fait sans doute varier la longueur d'onde, mais je n'ai pas fait d'observations précises à cet égard.

§ 2. — Construction et disposition des nageoires artificielles.

J'ai entrepris de supprimer ces oscillations par l'adjonction de nageoires et de rendre ainsi le mouvement rectiligne permanent.

Les nageoires des poissons ont des positions assez diverses, que je n'ai pu étudier toutes en détail

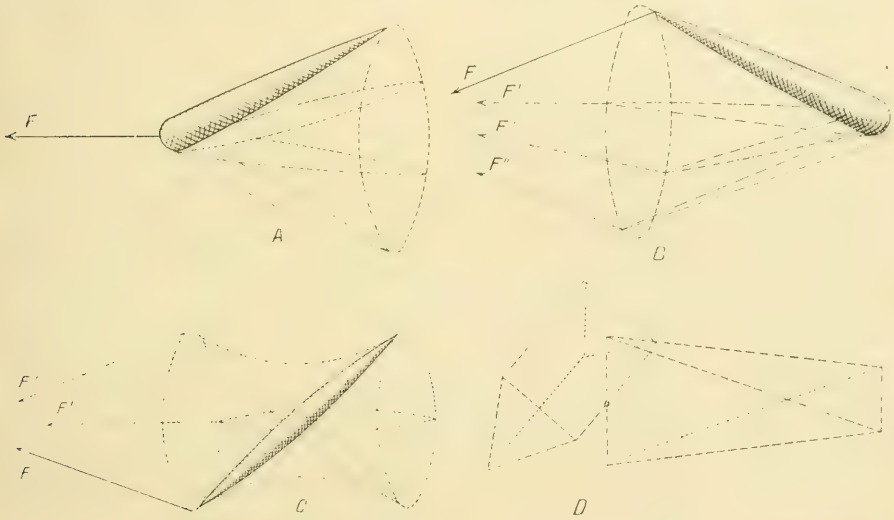


Fig. 2. — *Figures d'oscillation des divers mobiles marchant dans l'eau.*

corrigés par un prompt déplacement inverse, altèrent profondément le mouvement de translation, avec lequel ils se combinent. La lente oscillation horizontale de l'avant transforme la progression en une série de plongeons verticaux, en une marche sinusoïdale; l'oscillation latérale de l'arrière ne se montre pas, effacée qu'elle est par le mouvement de progression qui la redresse à mesure, au lieu de l'accentuer comme il le fait pour celle de l'avant. Un pareil mobile non retenu par un fil, lancé par exemple à la main, continue sa première oscillation sans se redresser et décrit un cercle complet dans le plan vertical. Si, par la traction du fil, on faisait progresser le mobile en lui mettant l'étrave verticale, dans ce cas la marche, au lieu d'être troublée par des plongeons, le serait par des embardées à droite et à gauche.

dès l'abord. J'ai choisi un type réel, congruent à la carène réelle dont j'avais d'abord fait choix et auquel ultérieurement je rapporterai les autres. Il y a toutefois une certaine fixité dans la disposition et dans le nombre, traduite par la nomenclature même; c'est ainsi que l'on compte deux pectorales, deux abdominales, une anale, une caudale, une dorsale (simple, double ou triple). Je l'ai prise double.

La pectorale est la plus variable. Parfois, sa ligne d'insertion est oblique sur l'axe, même presque transversale; la nageoire sert alors de rame ou de frein et, pendant la nage filée, elle est collée au corps. C'est ce qu'on voit chez les poissons assez aplatis (carpes, vieilles, etc.), que justement je n'étudie pas. Dans le type que j'étudie (squales, truites, etc.), les pectorales, aussi bien que les abdominales, ont

une insertion longitudinale; *elles ne servent pas de rames ou de freins*; pendant la nage filée, après le coup de queue propulseur, elles sont étalées horizontalement le long du corps et n'exécutent que de faibles mouvements. Dans le plan vertical, les dorsales exécutent de semblables ondulations.

Pour faire une nageoire, je découpe un triangle

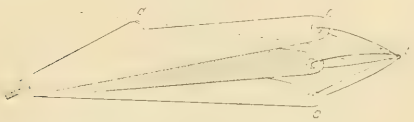


Fig. 3. — *Disposition des nageoires.*

dans une lame d'aluminium de $0^{mm},1$ d'épaisseur; je roule le bord antérieur en tuyau, que j'enfile sur une tige d'acier enfoncée dans le modèle, perpendiculairement au plan de symétrie, s'il s'agit d'une nageoire paire, dans le plan de symétrie s'il s'agit d'une nageoire impaire. L'arrière de la nageoire (fig. 3), percé d'un trou *c*, bordé par un petit œillet, est rattaché au corps par un caoutchouc fixé en *b*. La ligne d'insertion est *bd*. Sous l'influence des remous, les nageoires vibrent de *c'* à *c''*, ramenées par le caoutchouc dont l'élasticité est le coup de barre ou la force qui, remplaçant les muscles du poisson, s'oppose aux déplacements d'instabilité et les rectifie.

Fig. 4. — *Disposition des nageoires sur la forme conique.*

J'ai disposé sur la carène poisson et sur celle du

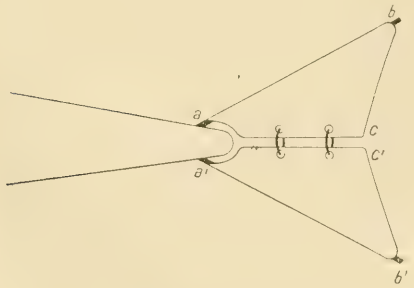


Fig. 5. — *Construction de la nageoire caudale.*

cône à gros bout antérieur, dans leurs trois formes, des nageoires de cette sorte alternativement horizontales et verticales, savoir : une paire de pectorales, une première dorsale, une paire d'abdominales, une seconde dorsale, une anale et une caudale. La forme conique ainsi garnie a l'as-

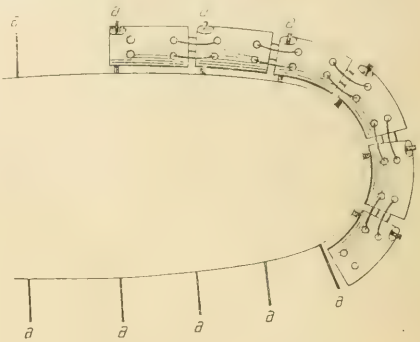


Fig. 6. — *Nageoire verticale souple disposée sur la moitié postérieure du corps.*

pect que l'on voit sur la figure 4 et grâce auquel on imaginera facilement les autres.

La caudale est, de toutes, celle qui m'a donné le plus de peine à imiter. Dans le poisson, elle sert, en effet, d'abord à la progression et subit une torsion sous l'influence du coup de queue; puis elle se tient étalée comme les autres pendant que le poisson file. Négligeant la première qualité, puisque mes mobiles ne se meuvent pas par eux-mêmes, j'ai disposé ces nageoires de façon qu'elles aient seulement l'étalement souple. Pour réaliser cela, je plante dans l'extrémité de mon mobile (fig. 5) deux tiges d'acier *ab*, *a'b'*, sur lesquelles je fixe par leur bord roulé en tuyau deux triangles d'aluminium *abc*, *a'b'c'*, qui viennent s'affronter sur l'axe par un de leurs côtés. Ces deux côtés libres sont reliés l'un à l'autre par deux cordons de caoutchouc.

Les dimensions des nageoires étaient les suivantes. Le premier nombre exprime en millimètres la dimension à la base transversale; le second, la dimension longitudinale maxima :

	FORME α	FORME β	FORME γ
Pectorales. . .	27 × 32	40 × 50	53 × 68
1re dorsale . .	14 × 39	19 × 60	25 × 73
Abdominale. .	13 × 30	19 × 46	25 × 61
2e dorsale. . .	12 × 22	15 × 36	23 × 45
Anale.	12 × 24	15 × 35	21 × 45
Caudale. . . .	45 × 23	70 × 40	103 × 63

Ces dimensions, adoptées par suite du sentiment

de la forme, ont été inspirées par l'examen de plusieurs exemplaires de truites arc-en-ciel.

J'ai essayé également, pour un propos plus théorique et pour m'en servir ultérieurement, de stabiliser les modèles en veine inversée avec une nageoire verticale souple faisant tout le tour de la moitié postérieure du corps, et avec deux nageoires horizontales s'étendant à droite et à gauche sur la moitié antérieure. Ces nageoires sont obtenues en enfonçant une série de tigelles d'acier (*a*, *a*, *a*, fig. 6) dans le modèle, puis en enfilant sur chaque tigelle un petit rectangle d'aluminium par son bord antérieur roulé en tuyau, le bord postérieur restant libre et battant. Pour limiter son mouvement, je relie ce bord libre à la tige suivante par un caoutchouc qui traverse près de son bord-charnière la plaquette suivante percée d'un trou à cet effet.

§ 3. — Stabilisation par les nageoires.

Ainsi gréés, tous les modèles sont devenus parfaitement stables, je veux dire que tous les mouvements transversaux par lesquels j'ai caractérisé plus haut l'oscillation de leur marche sont supprimés net. Pendant la marche, toutes les nageoires battent vivement autour de leur charnière, rythmiquement ramenées par leurs caoutchoucs. C'est en somme la transformation d'un mouvement vibratoire compliqué, auquel prend part toute la forme, en un autre mouvement vibratoire plus simple, n'intéressant que les annexes.

La stabilité acquise de cette façon est parfaitement rigoureuse, et je suis sûr qu'elle existerait même pour des mobiles sans aucun lest et que ceux-ci conserveraient n'importe quelle position donnée au départ, à la condition qu'aucune force dissymétrique n'existât en dehors d'eux dans le milieu.

Dans mes expériences, ce n'était pas tout à fait le cas. Le fil tirant mes mobiles était un fil tordu. Je prenais bien soin de le détordre pour un poids voisin de ceux avec lesquels j'opérais. Néanmoins, pendant la montée du poids, il se faisait une petite détorsion et, au moment où l'on lâchait le mobile, la détente amenait une retorsion. Or, pour ajouter à mes mobiles les nageoires, j'avais dû les délester presque complètement et je vis alors plusieurs d'entre eux tourner sur leur axe longitudinal, tous de la même manière, tous dans le sens de la retorsion du fil.

Il fallait corriger la petite force étrangère due au mécanisme qui la produisait. Il suffisait pour cela, comme je l'ai vérifié, de prendre un fil sans torsion, et aucune instabilité ne se manifestait, ou encore de lester plus fortement les mobiles. Ne pouvant changer le fil sous peine d'avoir à recommencer toutes les mesures antérieures, je refis les mobiles qui tournaient en bois de peuplier plus léger que le pitch-pin, que j'avais d'abord employé. Cela me permit de lester un peu plus efficacement. Les mobiles refaits sont II_β, II_γ, IV_β, VI_β, VI_γ.

Les trois veines inversées eurent alors la stabilité absolue à toutes les vitesses étudiées. Les trois poissons également, *sauf aux petites vitesses*. Les trois cônes furent stables, sauf le moyen aux grandes vitesses et le grand aux faibles vitesses.

En laissant subsister la petite cause extrinsèque de trouble, j'ai donc appris que la stabilité, qu'autrement j'aurais pu croire uniforme, n'a pas la même fermeté en toutes circonstances. Il y a des régions du graphique, c'est-à-dire des vitesses, pour lesquelles la stabilité est plus précaire et où les forces étrangères sont plus capables de la troubler.

Sur le graphique qui représente les courbes de marche des mobiles stabilisés, courbes superposées à celles des trois mobiles instables (fig. 1), j'ai figuré ces zones de stabilité précaire en interrompant le trait plus ou moins, suivant que la rotation est plus ou moins accentuée. A son maximum, ce trouble de marche se traduit non seulement par une rotation du mobile sur son axe, mais encore par une translation sur une hélice dont le sens est le même que celui de la rotation. Il arrive même que le cylindre sur lequel est décrite l'hélice de translation dont je viens de parler se transforme en un *tuyau* dont l'axe est une hélice. La marche totale est donc la superposition de trois mouvements en hélice. C'est le retour au mouvement oscillatoire autour de l'axe rectiligne de translation; mais ce mouvement n'a plus qu'un seul aspect, quel que soit le mobile qui le subisse.

§ 4. — Conclusions sur les carènes stabilisées.

D'une façon générale, la stabilisation, en augmentant la surface de résistance, fait perdre de la vitesse. Une seule forme fait exception; c'est la *forme courte de poisson* dans sa région de stabilité absolue. Elle se montre donc comme *exceptionnellement excellente*, puisqu'elle gagne tout à la fois, et cela aux grandes vitesses.

En résumé, dans chaque forme stable, la petite longueur est toujours la meilleure, puis vient la moyenne et enfin la grande. C'est à peu près le contraire de ce que l'on pense, du moins en Zoologie, où les poissons effilés sont estimés les plus rapides; mais c'est conforme aux indications du Colonel C. Renard, qui considère comme nuisible un allongement dépassant une certaine mesure.

En outre, dans chaque longueur, on a toujours le classement suivant : 1° poisson; 2° cône; 3° veine inversée. Les résultats sont dès lors conformes à mes prévisions.

§ 5. — **De quelques objections possibles.**

On pourrait m'objecter assez raisonnablement que je n'ai pas stabilisé le cône de la façon qui lui convenait, et que peut-être le résultat eût été tout autre en employant un *empennage* analogue à celui des ballons dirigeables, préconisé en 1904 par le Colonel C. Renard. J'ai donc fait un cône de forme courte en bois de peuplier, mieux lesté par conséquent que son homologue à nageoires ; je lui ai mis un empennage consistant en deux nageoires caudales en croix ; j'ai donné à ces nageoires les mêmes dimensions qu'à celles de la forme moyenne, pour ne rien épargner.

Aux toutes petites vitesses, le cône empenné est stable, mais *marche moins bien* que le petit poisson et le petit cône à nageoires. A environ 1 mètre à la seconde, il rattrape le poisson, qui d'ailleurs à cette vitesse est instable. Puis, à la vitesse de 2 mètres à la seconde ou de 7 kilomètres à l'heure, il se met à tourner violemment sur lui-même, avance sur une hélice et ne retrouve plus jamais de stabilité.

Donc l'empennage, admissible pour le ballon lourdement lesté par sa nacelle et dont l'effet est d'ailleurs complété par le jeu des gouvernails, est tout à fait inférieur à la disposition que réalisent les nageoires de poissons, surtout pour de grandes vitesses.

Il est encore un reproche possible contre lequel je voudrais me défendre d'avance. Sur mes six formes de mobiles, quatre ont rigoureusement la même surface au maître-couple ; cette surface est un peu plus petite chez le poisson et notablement moindre encore pour la veine inversée, et l'on pourrait se demander pourquoi je n'ai pas calculé la puissance perdue par unité de surface au maître-couple. Cette apparente précision supplémentaire m'a paru tout à fait illusoire. Dans les carènes instables, en effet, la considération de la surface au maître-couple du modèle *immobile* ne signifie absolument rien, puisque ce n'est pas elle qui, *dans la marche*, fait surface de rencontre, mais, en raison de l'inclinaison variable du mobile dans sa figure d'oscillation, une tout autre surface, limitée par un contour apparent à chaque instant changé.

Dans les carènes stabilisées, la surface au maître-couple n'a pas plus d'intérêt, puisque l'inclinaison variable des diverses nageoires modifie à chaque instant la surface de rencontre avec l'eau. Pour que la surface au maître-couple de la carène fût intéressante à considérer, il faudrait éliminer les nageoires, ce qui serait possible si, par exemple, elles battaient suivant le même rythme sur tous les modèles pour la même vitesse. Mais cela n'est pas certain du tout et je suis même convaincu que ce n'est pas.

III. — Conclusion.

On peut donc résumer et conclure de la façon suivante, qui est incontestable : J'avais une carène conique et une carène pisciforme ; à l'état instable, sans nageoires, la première perdait moins de la puissance motrice que la seconde. Après la même stabilisation, la meilleure pour les deux formes jusqu'à preuve du contraire, le classement est renversé pour les deux mêmes carènes et la pisciforme devient la meilleure.

Frédéric Houssay,
Professeur de Zoologie à la Sorbonne.

LA LOI DE POSITION EN GÉOLOGIE

I. — Origine et développement.

§ 1. — **Débuts de la Tectonique française.**

J'ai expliqué ailleurs[1] que la *Loi de position* était née en 1870 sur les ruines du *Réseau pentagonal*, et j'ai rappelé que l'âge des soulèvements n'est nullement lié, comme le croyait Elie de Baumont, à leur orientation suivant des grands cercles du Globe, mais que la formation des plissements des couches de l'écorce terrestre dépend surtout de la position des massifs résistants contre lesquels les efforts mécaniques les ont appliqués. C'est ce fait d'observation, cent fois vérifié depuis, que j'ai caractérisé par ce que j'ai appelé la *Loi de position*, qui date de 1872 et qui a été l'origine de la Tectonique moderne, c'est-à-dire de la nouvelle branche de la Géologie qui traite de la structure des reliefs de la Terre.

La formule de cette loi que j'ai produite alors comportait trois propositions, une de Géostatique et deux de Géodynamique, à savoir :

I. — « Le tracé des reliefs du Jura dôlois est indépendant de l'âge des soulèvements ; il est fonction surtout de la position géographique des couches. »

II. — « Cette loi préside à la structure des montagnes dans toute l'étendue du Jura et des Alpes.

[1] E. Jourdy : Esquisse de la Tectonique du sol de la France (1907).

Occasionnés par une force de plissement originaire du Sud-Est, les reliefs du Jura ont été moulés sur ceux des roches anciennes formant l'angle dessiné : 1° par le Forez, le Charollais et le Morvan ; 2° par le pied méridional des Vosges ; 3° par le môle vosgien. »

III. — « On doit entendre par môle vosgien le relief primaire souterrain qui prolonge les Vosges au Sud-Ouest et qui a formé obstacle lors du plissement alpino-jurassien. »

Ce n'est que plus tard, en 1877 seulement, que M. Suess (omettant toutefois de citer et la *Loi de position* et son auteur) « a mis en évidence[1] l'unité de la chaîne alpine, la part prépondérante des efforts tangentiels dans sa formation et le refoulement de cette gigantesque vague terrestre contre les massifs anciens et solides du *Vorland* ». En 1882, le célèbre géologue autrichien a commencé la publication de *Das Antlitz der Erde*, assurément le plus beau monument qui ait jamais été élevé à la Géologie. Les mots étrangers de *Vorland* et de *Horst* sont devenus fort à la mode en France et y ont fait oublier ceux de *rivages anciens*, de *môle*, et même la *Loi de position*. La Tectonique française s'est ainsi mise aveuglément à la remorque de la Tectonique autrichienne, et elle en a été punie par une sorte de faillite d'où elle n'a été tirée que par Marcel Bertrand, ainsi qu'il sera expliqué plus loin.

§ 2. — La théorie des vagues tectoniques.

M. Suess est revenu, avec raison, à plusieurs reprises sur cette comparaison entre les plissements multiples et les vagues, qui a frappé également tous les tectoniciens, mais sans qu'ils l'aient poussée plus avant. J'ai pensé qu'il y avait là autre chose qu'une *comparaison*. Plusieurs géologues aussi ont comparé les plis couchés à une moisson pliée sous l'effet du vent, ou à une forêt jetée à bas par l'ouragan, avec transport au loin d'arbres déracinés, exactement comme se comportent les écailles de charriage qui, séparées de leurs *racines*, ont cheminé sur des parcours de plus de 100. kilomètres. Mais comparaison n'est pas raison. A bien réfléchir aux phénomènes de plissement, depuis les simples courbures des couches jusqu'aux nappes de recouvrement, on ne tarde pas à reconnaître qu'il y a réelle *analogie* entre les vagues tectoniques et les vagues marines. La vue de beaucoup de groupes de ces plissements des strates inspire la conviction que, par l'effet des poussées horizontales (tangentielles, suivant l'expression de M. Suess), les couches sédimentaires sont devenues réellement très flexibles. On sait que, sous les fortes pressions, les corps solides se conduisent sinon comme des liquides, tout au moins comme des corps fort souples, et la fixation des plissements (en fin du phénomène) reproduit fréquemment l'apparence de vagues qui se solidifieraient tout à coup au moment où elles déferlent contre les rivages. Et c'est pour n'avoir pas tiré les conséquences de cette *analogie* que la Tectonique est restée si longtemps stationnaire après ses premiers pas. Pour bien faire comprendre aux géologues la conséquence fâcheuse de leur timidité, je citerai l'exemple tiré de la crise des facies.

Dès 1854, Ed. Forbes avait fait remarquer que l'analogie (et non la comparaison) entre les fossiles et les êtres vivants conduit nécessairement à reconnaître que les êtres disparus devaient être soumis aux mêmes lois de distribution géographique que les animaux actuels, suivant la profondeur des mers, le tracé des courants, la forme des rivages, etc. Et Marcou appliquait immédiatement ce principe au cantonnement des faunes dans des provinces naturelles. En particulier, pour les terrains jurassiques, il distinguait la province normande-bourguignonne, riche en Coraux, et la province hispano-alpine, féconde en Ammonites. Telle est l'origine de la distinction des facies corallien et pélagique[1].

Suivant en cela la voie tracée par Marcou, et aussi par Etalon, qui avait découvert le célèbre récif corralligène de Valfin, j'ai de bonne heure[2] reconnu que le facies corallien existe dans des strates supérieures à celles de l'étage dit corallien, jadis réputé pour avoir le monopole des agglomérations de Zoophytes. Plus tard, j'ai retrouvé le même facies avec semblables colonies dans le Bathonien et dans le Bajocien[3] ; opposant les facies à Céphalopodes (pélagiques) aux facies à Coraux (côtiers), j'indiquais que ceux-ci s'étaient déplacés suivant les mouvements des rivages, et qu'on devait s'attendre à trouver des colonies coralliennes à tous les niveaux du terrain jurassique. L'événement a pleinement justifié cette prévision pour tous les étages géologiques, car j'ai pu depuis, comme tant d'autres géologues, observer de grands bancs de coraux dans le Carbonifère de Dinant, dans le Dévonien de l'Anjou, etc. On sait que les bancs crétacés à Rudistes descendant des colonies dicératiennes sont devenus des stations coralliennes admises par tous les géologues, de

[1] M. Léon Bertrand a rappelé le fait dans un article (29 février 1908) de la *Revue générale des Sciences*.

[1] E. Jourdy : L'étage tithonique (*La Philosophie positive*, décembre 1872).

[2] Id. : Étude de l'étage séquanien des environs de Dôle (*B. S. G. F.*, décembre 1865).

[3] Id. : Sur une nouvelle classification des terrains jurassiques (*B. S. G. F.*, 1871).

sorte qu'on peut dire que les colonies de Zoophytes, ancêtres des atolls modernes, sont des stations locales de tous les temps.

Mais les choses n'en étaient pas là quand Hébert voulut absolument que l'absence de niveaux coralliens dans le Jurassique supérieur des Alpes fût attribuée à une lacune. Les géologues alpins de France, de Suisse et d'Allemagne soutenaient, au contraire, que la région alpine était pélagique à l'époque du Jurassique supérieur (c'est ce qu'ils appelaient l'étage tithonique) et que les divers niveaux s'y superposaient normalement, avec un facies à Céphalopodes différent, mais synchronique du facies corallien du Jura et du bassin de Paris. La dispute fut aiguë, puisque une thèse de Géologie, fort bien étudiée, mais conçue dans le sens du synchronisme des facies, fut refusée en Sorbonne, uniquement parce qu'elle déplaisait au maître qui soutenait avec acharnement l'idée fausse de la lacune[1]. J'ai pris une part active, fort vive ma foi, à cette querelle d'antan[2]. Cette crise retarda de dix ans les progrès de la Géologie française. Elle finit quand M. Douvillé, après ses études sur les terrains jurassiques du bassin de Paris[3], reprit en main cette analogie entre les facies des faunes fossiles et ceux des faunes vivantes, et l'incorpora dans son enseignement. La doctrine est devenue, depuis, classique et indestructible.

Le sort de la théorie des facies coralliens est un enseignement précieux qui trace la voie à celle des vagues tectoniques. De même que la Stratigraphie s'était trouvée, en effet, arrêtée net parce que les géologues n'avaient pas osé alors tirer de l'analogie entre les stations des faunes vivantes et fossiles tout le parti que cette idée méritait, la Tectonique ne peut progresser maintenant qu'à la condition d'exploiter jusqu'au bout l'analogie entre les vagues fluides et les vagues tectoniques. On l'a bien vu par le développement que j'ai donné à cette idée, et par la fécondité des résultats.

§ 3. — Fécondité des résultats.

J'ai, en effet, coordonné et commenté nombre de faits isolés qui ne paraissaient pas, au premier abord, comporter quelque enseignement, et qui ont mis en pleine lumière toute une partie de la Tectonique[4]. C'est ainsi que j'ai distingué la vague profonde de la vague superficielle. La vague profonde a été formée par l'effet de l'action tangentielle dans la masse même des couches comprimées. Elle explique fort bien la structure en éventail qui a été signalée dans les Alpes, les Pyrénées, contre la Serre, et en Vendée, dans le plissement de la Cornouaille, etc. La vague superficielle a engendré les plis dits normaux, c'est-à-dire ceux dont les courbures n'ont pas dérangé l'ordre stratigraphique, et, par l'excès de sa force et de sa continuité, elle a produit successivement les plis couchés, les étirements et les transports des masses déracinées qui ont donné lieu aux écailles de charriage et aux nappes de recouvrement.

La même idée de vague tectonique procure une synthèse claire et facile de tous les genres de plissements. J'en ai tiré l'explication d'une foule de cas particuliers qui paraissaient indéchiffrables, par exemple celle d'anomalies quasi mystérieuses de la tectonique pyrénéenne, qui sont devenues intelligibles par le trajet des vagues tectoniques tertiaires et secondaires à travers le dédale des bosses et des fosses de formation primaire ; — celle des franchissements en sauts-de-mouton des nappes internes (du versant italien) de la chaîne alpine qui ont passé par-dessus les massifs cristallins de la crête pour venir s'étaler sur le versant externe des Alpes calcaires ; — celle du passage de la vague entre les Maures et les Cévennes, s'enfonçant dans le cul-de-sac de Montélimart, s'y courbant plusieurs fois pour venir déboucher entre le Mercantour et l'Estérel et y présenter des phénomènes de structure qui reproduisent la solidification des vagues tourbillonnant dans un étranglement. La génération de tous les plissements de l'ouest de la France, depuis les Pyrénées jusqu'au Boulonnais, reproduit la marche classique d'un mouvement ondulatoire dont deux ventres apparaissent l'un au dôme de Mareuil-en-Aquitaine, l'autre à la boutonnière du pays de Bray, etc.

D'une façon générale, *la structure dépend de l'angle de la poussée avec l'horizontale : quand il est négatif, la structure est en éventail*; — *nul, elle est normale*; — *positif, les plis sont couchés, puis transportés à distances variables. L'exaspération de la force produit : dans le premier cas le renversement, dans le second l'aplatissement, dans le troisième le charriage.*

Mais le plus grand service que la théorie des vagues ait rendu à la Tectonique consiste en ceci : étant admis le mode de formation des ondulations modelées sur les rivages, la *réciproque* est encore plus importante, puisque le tracé des plissements récents révèle nécessairement celui des rivages préexistants. J'ai fait remarquer, en effet, que la

[1] H. Douvillé : Notice sur ses travaux scientifiques (1908).
[2] Jourdy : L'étage tithonique (*loc cit.*).
[3] H. Douvillé et Jourdy : Note sur la partie moyenne du terrain jurassique dans le Berry (*B. S. G. F.*, décembre 1874).
H. Douvillé : Sur le Jurassique moyen du bassin de Paris et sur le terrain corallien en particulier (*B. S. G. F.*, 1881).
H. Douvillé et Rolland : La partie moyenne du terrain jurassique entre Poitiers et Le Blanc (*B. S. G. F.*, 1885).
[4] Jourdy : Esquisse tectonique, etc.

flexibilité, sinon la quasi-fluidité, des couches plissées assimilait leur agencement le long des rivages anciens à celui des vagues de la mer telles qu'elles s'étalent le long des anfractuosités de nos côtes, tenues à distance par les caps, mais s'enfonçant dans les anses. En d'autres termes, *le modelé des plissements contre les rivages anciens dessine les contours de ces derniers* absolument comme l'eau fixe les courbes de niveau du sol, et les topographes utilisent cette notion pour tracer leurs courbes de niveau qui représentent par le dessin les reliefs topographiques. C'est pourquoi les ondulations des plissements tertiaires précisent la forme des rivages du continent hercynien, et celles des plissements hercyniens peuvent être mises à profit pour la connaissance des reliefs archéens. L'application de ce principe m'a conduit à la découverte d'un faîte du substratum archéen, aligné par le *méridien 1° Long. E.*, que j'ai appelé *l'axe tectonique de la France*. Je suis ainsi arrivé à séparer les plissements de la couverture sédimentaire, des reliefs les plus anciens du globe, et à donner de leurs réseaux des définitions qu'on ne pouvait jusqu'ici espérer. Je ne puis ici que rappeler sommairement la loi résultant de ces considérations[1] : *Le réseau au substratum est marqué par les méridiens et les parallèles. Les réseaux primaires (huronien et calédonien) s'orientent en azimuths variables de 0 à 45°. Le réseau hercynien est caractérisé par les orientations bissectrices et orthogonales de l'angle des méridiens et des parallèles. Enfin le réseau tertiaire (alpin ou pyrénéen) affecte de préférence des lignes courbes en face des lignes angulaires des rivages anciens.*

Arrivé à ce point, à ce progrès de la Tectonique, j'ai donné[1] (en 1907) un énoncé plus complet de la loi de position : « La structure des plissements des couches s'explique par leur analogie avec les ondulations de vagues successives. Leur formation résulte d'abord de leur mouvement dans une direction déterminée, ensuite de leur fixation suivant un modelé qui dépend de la grandeur de l'action dynamique ainsi que de la nature et de la forme des obstacles à leur mouvement. »

J'ai reconnu volontiers que M. Godwin Austen, avait, dès 1856, émis une proposition très semblable à la mienne. Je l'ignorais en 1870, mais je puis aussi constater que personne n'avait encore eu l'idée, assurément hardie, de définir, comme je l'ai fait à cette époque, la formation en bloc du Jura et des Alpes. J'ai reconnu d'aussi bonne grâce[2] que, dès 1896, M. Bergeron, par la disposition des bassins houillers, avait indiqué une partie des lignes tectoniques du réseau hercynien, mais j'ai constaté également que, seule, la théorie des vagues tectoniques avait été capable de révéler l'existence de l'axe tectonique qui est *le lieu des intersections des réseaux des plissements des deux moitiés de la France.*

Mais, à l'inverse de ces courtoises constatations à l'égard de mes confrères, les géologues qui ont emprunté mes idées n'ont pas tous éprouvé le même scrupule, et j'ai pu souvent, depuis quarante ans, reconnaître mon linge démarqué aussi bien en France qu'en Autriche. Je n'ai eu à ce sujet d'autre règle de conduite que la patience, attendant l'heure de la Justice immanente, qui a été quelque peu tardive.

II. — Objections.

§ 1. — Rebroussements.

M. G. Dollfus m'a reproché un détail dans le tracé de ma carte[1] des réseaux tectoniques de la France, me certifiant qu'il n'avait jamais observé de ces courbes de raccordement qui y figurent le long de l'axe tectonique. L'objection est exacte et entraîne une rectification. En traçant ces rebroussements, j'obéissais, à tort, assurément, à la suggestion des *Shaarungen* de M. Suess. Pour rester dans la réalité, il faut dire : l'axe tectonique est le lieu des intersections des réseaux N. O. de l'Ouest et des réseaux N. E. de l'Est, et ces intersections ne doivent, comme toutes choses de la Nature, nullement être considérées d'une façon absolue. Puisque le sol français s'est ainsi plissé de façons si différentes (orthogonalement) de chaque côté de l'axe tectonique, aucun raccord n'est réellement nécessaire ; là où les actions mécaniques se sont trouvées de même valeur, les plissements symétriques se sont forcément arrêtés sur leur bissectrice, qui est précisément ce méridien axial ; au contraire, là où l'action de la moitié orientale l'a emporté sur celle de la moitié occidentale ou inversement, il y a eu franchissement, et c'est ce qui est arrivé pour le réseau picard, qui empiète quelque peu en traversant les fosses crétacées ; le cas contraire est visible dans le réseau pyrénéen, où l'action provençale a dépassé le méridien fatidique. Quoi qu'il en soit, nulle part il n'est nécessaire de chercher à raccorder par des courbes de rebroussement les directions des réseaux qui viennent s'y croiser. Les croisements ont lieu, non par rebroussement, mais par intersections.

§ 2. — Charriages en sens inverse.

Dans toute l'étendue de la France, les actions tangentielles, plus ou moins obliques au méridien, se sont exercées du Sud vers le Nord. C'est la règle

[1] Esquisse de la tectonique, etc.

[2] Jourdy : Le Sillon de Bretagne (*Bulletin de la Société des Sciences naturelles de l'Ouest de la France*, 1er semestre 1909).

[1] Jourdy : Esquisse de la tectonique, pl. I.

admise jusqu'ici par les tectoniciens. Cependant, des charriages dans la direction du Sud ont été constatés, qui pourraient être de nature à mettre en doute la réalité de la règle.

Cette objection ne paraît pas suffisamment justifiée. Les charriages dans la direction du Sud n'ont été jusqu'ici observés que dans les Pyrénées et dans les Alpes. Or, M. Léon Bertrand, dans plusieurs communications à l'Académie des Sciences[1], s'est efforcé de démontrer que, dans les Pyrénées orientales et même dans les Pyrénées centrales, tous les plis sont déversés vers le Nord, et que les racines des nappes de charriage doivent être recherchées au Sud.

Dans les Pyrénées occidentales, MM. Fournier et Besson ont cependant établi l'existence de transports vers le Sud. Il m'a semblé qu'il fallait en tenir compte, et, dans la description du réseau tectonique de cette région, j'ai proposé une explication basée sur les inégalités du substratum sur lequel se sont déplacées les vagues tectoniques secondaires et tertiaires, et qui ont ainsi occasionné des plissements en sens inverse. Dans les Alpes occidentales, M. Léon Bertrand[2] a mentionné de ces déversements vers le Sud, mais il les a expliqués en généralisant la formule du plissement alpin, qui doit être conçue de façon à définir le mouvement dirigé non pas strictement suivant le méridien, mais vers l'extérieur de la chaîne. Les transports vers le Sud deviennent ainsi non pas une exception, mais le résultat de la courbure des Alpes occidentales, qui a forcé les plissements débordant les crêtes à se déverser en dehors du bloc des nappes de recouvrement dont le gros a chevauché vers le Nord.

L'objection est plus embarrassante pour les Dinarides, qui, d'après MM. Suess et Termier, sont constamment déversées vers le Sud. Bien que la question ne soit peut-être pas suffisamment mûre, il me semble que l'attraction des Dinarides vers le Sud doit pouvoir s'expliquer par l'effondrement de l'Adriatique, de même que j'ai montré comment toute la couverture tertiaire de l'Asie, depuis l'Himalaya jusqu'au Kamtchatka, s'est décollée du substratum primaire pour s'écouler vers le Sud, par l'effet de l'attraction de la fosse très profonde du Pacifique. M. Suess[3] admet, du reste, que le massif de Stein dans les Karawanken (entre les Alpes carniques et les Alpes dinariques) a été primitivement poussé vers le Nord, puis ensuite (sans doute lors de l'effondrement Adriatique) poussé vers le Sud.

[1] 23 février 1901; 24 février 1902; 20 février 1905; 31 décembre 1906; 4 février 1907; 18 novembre 1907.

[2] Léon Bertrand : *Revue générale des Sciences*, 28 février 1909.

[3] Suess : *La face de la Terre*, t. III.

§ 3. — Plissements angulaires.

Quelques géologues ont observé des plissements qui, au lieu de se produire dans le même sens que les plissements plus anciens, croisent ceux-ci sous des angles variés. Ce phénomène est encore trop peu connu pour qu'on puisse en produire une explication, qui doit varier dans les différents cas particuliers.

Mais il faut bien se convaincre que la Tectonique n'échappera pas au sort des théories les mieux établies, qui présentent presque toujours des côtés plus ou moins mystérieux, sinon inexplicables actuellement. Il est facile d'en donner des exemples, assurément frappants, pour tous les règnes de la Nature. Le double mouvement de la Terre, qui est donné comme expliquant si clairement l'alternance du jour et de la nuit et le retour périodique des saisons, n'a pas tardé à exiger onze mouvements, dont certains sont dus à des corps célestes encore inconnus des astronomes. Le double mouvement de la marée, si régulier toutes les vingt-cinq heures dans nos ports de l'Océan, devient unique chaque jour dans le golfe du Tonkin, et à peu près nul dans la Méditerranée, avec de fortes exceptions à Bizerte, Gabès et Trieste. La loi de montée verticale de la sève, qui dresse tous les végétaux vers le ciel, ne s'applique ni aux branches horizontales du cèdre, ni aux anastomoses en tous sens des lianes et des palétuviers, encore bien moins au banian, qui pousse de puissants rameaux verticalement, mais de haut en bas, au grand désappointement des botanistes. Si la présence d'organes atrophiés et rudimentaires chez les animaux trouve son explication, en revanche celle des organes hypertrophiés laisse les biologistes plutôt rêveurs[1]. Pourquoi aussi trouve-t-on fréquemment des Étoiles de mer à sept branches, en dépit de la loi de symétrie pentagonale des Echinodermes? La Tectonique est encore de date trop récente pour qu'on soit en droit d'en exiger l'explication de tous les cas embarrassants. Pour le moment, on ne peut lui demander autre chose que de dégager les lois les plus saillantes des phénomènes les plus fréquents, et, si naturelle que soit la curiosité à outrance, elle est plutôt du ressort de la génération qui doit survivre à ses fondateurs.

III. — Le nappisme.

§ 1. — L'œuvre de Marcel Bertrand.

La lenteur des progrès de la Tectonique depuis l'énoncé de la Loi de position fit place brusquement à une ère d'activité due à Marcel Bertrand. Fils d'un mathématicien célèbre, habile mathématicien

[1] Depéret : Les transformations du monde animal.

lui-même, il apprit aux géologues à lire dans l'espace en leur montrant brillamment l'exemple : certaines de ses coupes (Grand Cerveau, Glaris, Mont-Joly) sont de véritables épures de Stéréotomie. On peut affirmer que son influence en Tectonique est comparable à celle du chimiste Pasteur en Biologie. Sous son impulsion chaleureuse, énergique et étonnamment perspicace, la Tectonique française conquit une place prépondérante qui convertit à son École les géologues qui pensaient connaître le mieux les Alpes : Suisses, Italiens, Autrichiens mêmes, Polonais, de la Provence aux Carpathes, adoptèrent ses méthodes d'observation et de raisonnement, malgré la hardiesse de ses conceptions.

Marcel Bertrand rendit ainsi à la Géologie française un service inestimable. Mais il ne tarda pas à verser dans l'exagération coutumière aux apôtres d'une idée exclusive. Ses études des Alpes l'ont conduit à trop dédaigner les régions de relief moins grandiose et, quand il tenta de tracer le réseau orthogonal du sol de la France, il confondit dans une cote mal taillée, ainsi que je l'ai montré [1], le réseau archéen avec les réseaux de la couverture sédimentaire. « Ce sont, dit-il [2], les refoulements horizontaux qui ont formé les chaînes de montagne. Les plissements sont limités aux couches superficielles. » Partant de là, il n'y a plus pour lui, et encore davantage pour ses disciples, de Tectonique que celle des plis couchés et des nappes superficielles de recouvrement, charriées sur de vastes espaces par-dessus les couches profondes, négligeables à son sentiment. Pour lui, l'écorce terrestre se plisse constamment en glissant sur son noyau et en déplaçant les pôles du Globe. Ce couronnement erroné de sa brillante carrière n'a nullement été goûté jusqu'ici. On est d'accord pour estimer qu'à force de lever les yeux au-dessus du sol, il a fini par perdre pied :

« Il se perd dans le bleu des cieux démesurés » [3].

Son emballement irrémédiable a été caractérisé par le mot de Nappisme, qui rappelle les vieilles disputes du Neptunisme et du Plutonisme.

§ 2. — La Tectonique de la Loi de position.

Marcel Bertrand est venu à la Géologie quinze ans après moi. Il s'est formé comme moi dans la région qui s'étend au pied du Jura, de Gray à Salins, mais avec une orientation très différente. Pendant que, du haut de la petite montagne de la Serre, je me plaisais à l'idée du mouvement de la vague tectonique venue du cœur des Alpes pour expirer au pied du môle vosgien, lui n'avait d'yeux que pour les failles courbes qui lui ont révélé, par la découverte des surfaces de glissement, le secret des charriages. Nous nous sommes ainsi, au cours des années, de plus en plus tourné le dos. Lui s'est absorbé dans le développement, assurément grandiose, des plis couchés et des nappes de recouvrement, tandis que, plus modestement, j'en restais à la Tectonique terre à terre, méthode excusable pour tout géologue. Pendant qu'il affirmait que sa tectonique était la Tectonique tout entière, de mon côté je pensais qu'elle n'en était qu'une partie, celle de la couverture la plus superficielle. J'estimais et je pense encore que les nappes de recouvrement ne constituent pas toute la géologie, qu'elles ne sont qu'un accident superficiel dont l'étendue n'arrive que rarement à masquer les plissements antérieurs, que cette erreur de grossissement est comparable à celle que commettraient les stratigraphes en donnant, sur les cartes géologiques, un rôle prépondérant aux plaques de limons sans se soucier de l'existence des couches inférieures, qui sont bien autrement intéressantes.

Les plus grandes nappes elles-mêmes ont des lacunes, des « fenêtres », qui permettent de se rendre compte de la structure des roches recouvertes. De plus, ces nappes, en raison de leur situation superficielle, ont été les premières victimes des érosions, et leur destruction a laissé réapparaître le substratum dont la structure est devenue accessible. La Bretagne en est un exemple frappant. Enfin, les nappes elles-mêmes (et les Alpes en présentent plus d'un cas saisissant) ont été replissées après leur charriage, et ont dû obéir, comme tous les strates, à la Loi de position.

La Tectonique terre à terre, celle qui se trouve, il est vrai, un peu éblouie par cette Stéréotomie des hautes altitudes, celle qui, partant de la Loi de position, cherche à pénétrer de plus en plus profondément la structure de l'écorce terrestre, à utiliser le relief de la couverture sédimentaire pour découvrir les secrets des reliefs du substratum archéen, n'est pas tant à dédaigner. Elle a déjà rendu de grands services que je tiens à rappeler ici. J'ai remarqué [1] que, depuis que la Loi de position a été énoncée, la plus grande partie des géologues français ont produit leurs travaux comme s'ils avaient fait partie d'un groupement agissant simultanément et avec moi. Et, cependant, ils sont nombreux dans les Alpes, le Jura, la Lorraine, le Poitou, la Bretagne et la Normandie ceux qui, pendant plus de trente ans, sont tous arrivés aux mêmes constatations que j'ai synthétisées de la façon suivante : « *Dans l'Est de la France, les plis-*

[1] Esquisse tectonique du sol de la France.
[2] Marcel Bertrand : Mémoire posthume édité en 1908.
[3] Termier : Eloge de Marcel Bertrand (1908).

[1] Esquisse de la tectonique du sol de France.

sements principaux sont orientés Nord-Est-Sud-Ouest; dans la moitié Ouest, leur orientation est celle du Nord-Ouest-Sud-Est, et la ligne de séparation, l'axe tectonique de la France, est jalonnée par le méridien 1° longitude Est ».

§ 3. — **Justification de la méthode.**

La Loi de position est enseignée par les géologues de l'Université, des Alpes à l'Océan : à Grenoble, à Nancy, à la Sorbonne, à Caen. Je citerai plusieurs géologues qui ont constaté que les prévisions de cette Tectonique se sont parfaitement vérifiées et qu'elles cadrent d'une façon remarquable avec les faits. C'est M. Joly[1], qui a déclaré que les études entreprises en vue de la découverte de la houille avaient démontré que les plissements de la Lorraine, depuis les Vosges jusqu'à l'Ardenne, obéissent docilement à la Loi de position; — c'est M. Nicklès[2], qui a montré combien la Tectonique de la Séranne (sud des Cévennes) devient claire et facile, grâce à la conception de la vague tectonique en face d'un môle archéen; — c'est M. Lantenois[3], qui a consacré la synthèse de la Tectonique de l'est du Tonkin, que je n'avais cependant indiquée qu'à la hâte, en raison des événements de guerre dont la contrée que j'avais parcourue était alors le théâtre.

Personnellement j'ai d'autres services à inscrire à l'actif de cette méthode, si terre à terre puisse-t-elle paraître. Tout d'abord, celui de la découverte du mode de formation des Alpes et du Jura (1870 et 1872), tel que je l'ai indiqué et qui est devenu classique. Puis, si court (3 journées) qu'ait été mon passage dans le Sud-Oranais, je n'en ai pas moins, dès 1901[4], démontré que les plissements de la couverture secondaire et le voisinage des reliefs primaires sont les indices d'un vaste bassin carbonifère, avec espoir fondé de la découverte de la houille. On voudra bien reconnaître, je pense, que j'ai été bon prophète[5], et si jamais la houille transforme l'Algérie, ce qu'il faut espérer, cette tectonique en aura sa part de mérite.

Dernièrement, enfin, en partant de la découverte par M. Bergeron de la nappe de recouvrement de Saarbrück, j'ai fait observer[6] que la symétrie des plissements et des fosses en Lorraine et en Bretagne autorise à penser que ce phénomène de charriage a dû intéresser la partie occidentale tout autant que la partie orientale de ce bloc hercynien de tectonique identique. J'en ai alors conclu (et les textes sont là pour éliminer toute crainte de retouche) que la Bretagne doit aussi avoir ses nappes de charriage. Je ne me suis pas plutôt mis à les chercher que j'en ai trouvé plusieurs[1], et immédiatement voilà que MM. Bergeron et Oehlert en découvrent à Camaret et à Sablé, et j'imagine que M. Bigot ne va pas tarder à s'inscrire aussi, car ses écailles de la fosse bocaine ressemblent terriblement à des écailles charriées[2]. Nous en causerons à la prochaine réunion extraordinaire de la Société géologique de France, à Laval, en septembre prochain.

Je ne suis nullement un antinappiste déclaré, ainsi qu'on l'a affirmé à tort à la Société géologique en novembre 1906, et, si je me suis refusé alors à traiter cette partie de la Tectonique, ce n'est nullement en protestation des belles découvertes de Marcel Bertrand et de ses élèves, mais uniquement parce qu'à cette époque la question n'était pas mûre. Elle ne l'est même pas encore, malgré les magnifiques travaux de ses disciples, de MM. Termier, Kilian, Haug, Léon Bertrand, Bergeron, etc., car, si l'on est maintenant fixé sur les nappes de recouvrement des Alpes, on ne l'est pas du tout pour celles des Pyrénées occidentales. C'est depuis l'an dernier, seulement, qu'on commence à en pressentir dans le Massif Central, et ce n'est que depuis quelques mois que la Lorraine[3] et la Bretagne, à la stupéfaction générale, s'inscrivent parmi les régions à charriage.

La somme considérable de talent fructueux qu'a déployée Marcel Bertrand ne doit pas faire perdre de vue que sa tectonique, loin d'être toute la Tectonique, n'en est qu'un cas particulier, celui des Alpes, qu'il a heureusement appliqué au bassin houiller de Valenciennes et au nord de l'Écosse, mais qui ne s'adapte pas facilement aux Pyrénées, qui n'a rien de commun avec la tectonique des montagnes Rocheuses et encore moins avec celle des Andes. Elle est uniquement la tectonique de la poussée horizontale unilatérale des vagues tectoniques contre un obstacle résistant; mais elle ne résout pas tous les problèmes de la poussée bilatérale, qui commence à réclamer ses droits.

Il est d'autres problèmes tectoniques encore qui

[1] Joly : Le terrain houiller existe-t-il dans la région sud de Longwy? (p. 14, Nancy, février 1908).

[2] Nicklès : Réunion extraordinaire de la Société Géologique de France en 1907, p. 629 (*B. S. G. F.*)

[3] Lantenois : Note sur la Géologie de l'Indo-Chine, p. 41 *Mémoires de la S. G. F.*, 1907).

[4] Jourdy : Une excursion géologique à la lisière du Sahara (*Bulletin de la S. G. F.*, mai 1902).

[5] Jourdy : La houille du Sud-oranais (*Bulletin de la Société des Sciences naturelles de l'Ouest de la France*, 1er semestre 1908).

[6] Jourdy : La houille lorraine (*Bulletin de la Société des Sciences naturelles de l'Ouest de la France*, 2e semestre 1908).

[1] Jourdy : Sur des phénomènes de charriage en Anjou et en Bretagne (*C. R. A. S.*, janvier 1909).

[2] Jourdy : Le Sillon de Bretagne (*Bulletin de la Société des Sciences naturelles de l'Ouest de la France*, 1er semestre 1909).

[3] Termier : Sur l'existence de terrains charriés au-dessous du houiller de Géroncourt (*C. R. S. G. F.*, 15 février 1909).

ouvrent un champ peu exploré jusqu'ici, mais fertile en découvertes: ceux des actions dynamiques autres que les poussées tangentielles unilatérales ou bilatérales, par exemple les phénomènes d'étirement que M. Barrois a signalés depuis longtemps dans le nord de la Bretagne[1]. Je les ai retrouvés sur la limite de la Bretagne et de la Vendée[2]. Ils sont des plus intéressants et ont révélé, par la composition de la poussée horizontale Sud-Nord avec l'étirement Est-Ouest, de curieux solides de torsion suivant les lignes directrices du Léon et de la Cornouaille.

Au fur et à mesure que la Tectonique progressera (et elle ne fait que débuter), on en découvrira d'autres. La formule synthétique que Marcel Bertrand a donnée des plis couchés et des charriages comme cause unique de la formation des montagnes préjuge, à la vérité, de notre connaissance du phénomène géodynamique. Mais c'est précisément là l'inconnue, celle que nous devons dégager de longues, très longues observations, qui n'en sont qu'à leur début. Si grand que soit le progrès que cet éminent géologue ait déterminé en Tectonique, il n'est que le second pas en avant (le premier est sans conteste la Loi de position) dans une voie qui s'ouvre largement vers l'avenir et qui promet de belles découvertes à nos successeurs.

Général Jourdy.

REVUE ANNUELLE D'AGRONOMIE

I. — La diffusion des engrais salins dans la terre arable. — Expériences de MM. Müntz et Gaudechon.

Nous sommes, aujourd'hui encore, très mal ou, du moins, très imparfaitement renseignés sur la façon dont les engrais salins sont absorbés, dissous ou diffusés dans les sols en culture. Sans doute, des expériences classiques nous ont fait connaître, d'une façon générale et sommaire, quel est, notamment, le pouvoir absorbant de la terre arable à l'égard des sels divers que l'agriculteur emploie comme engrais complémentaires. Il paraît résulter des essais institués dans les laboratoires que les sels de potasse, les carbonates notamment, sont très énergiquement retenus par la terre. Il en serait de même pour les phosphates de chaux, et même pour les superphosphates, tandis que les nitrates ne seraient pas fixés de la même façon, et circuleraient, au contraire, dans le sol à l'état de dissolution.

Non seulement ces faits sont intéressants à connaître, et seraient encore plus intéressants à préciser, à cause des déperditions possibles, mais, en outre, il convient de les étudier pour savoir quand et comment les engrais répandus sur le sol pénètrent ce dernier et peuvent être absorbés par les radicelles avec lesquelles leurs dissolutions entrent en contact.

Les expériences de MM. Müntz et Gaudechon[3] viennent précisément compléter nos connaissances au sujet de la *diffusion* des engrais salins et plus spécialement des deux engrais représentés par le nitrate de soude et le chlorure de potassium.

§ 1. — Résultats des expériences.

On admet, disent les auteurs de ce travail, que les matières salines employées comme fumures se diffusent rapidement à la suite de la dissolution qu'elles subissent au contact de l'eau du sol. Même pendant les périodes de grande sécheresse, la terre, en effet, renferme toujours plusieurs centaines ou plusieurs milliers de fois la quantité d'eau nécessaire à la dissolution des 200 à 300 kilogs d'engrais salins qu'on emploie d'habitude par hectare.

Il y a lieu, toutefois, de remarquer que la terre arable est constituée par des particules chargées ou enveloppées d'eau, mais séparées les unes des autres. Les sels, placés en contact avec les éléments du sol, ne doivent pas se comporter comme s'ils étaient plongés dans l'eau, et l'expérience seule peut nous apprendre comment la dissolution des cristaux répandus sur la terre, puis la diffusion de ces solutions salines, sont obtenues dans ce milieu spécial.

Pour observer et constater les faits, MM. Müntz et Gaudechon ont institué les expériences suivantes :

Dans un vase rempli de terre contenant seulement 7 à 8 % d'eau, et par suite presque sèche, ils ont enfoui de place en place, à une faible profondeur, des cristaux de nitrate de soude et de chlorure de potassium. Au bout d'un à deux jours, ils virent apparaître des taches très visibles, correspondant aux places occupées par les cristaux des sels enfouis; une sorte d'auréole, grandissant chaque jour, persista pendant plusieurs semaines et même durant

[1] Ch. Barrois : Le Bassin du Menez-Belair. 1895.
[2] Jourdy : Le Sillon de Bretagne, 1909.
[3] *C. R. Ac. des Sc.*, 1er février 1909.

plusieurs mois. Les premiers faits constatés par les auteurs valent la peine d'être notés et sont les suivants : En examinant séparément la terre prise dans le noyau humide et celle qui se trouvait dans les intervalles, les auteurs remarquèrent : 1° *que les sels ne s'étaient pas diffusés dans ces intervalles;* 2° *qu'ils avaient emprunté de l'eau pour se dissoudre à ces intervalles*, qui se trouvaient relativement desséchés.

Un dosage d'humidité, effectué au bout de huit jours, a donné des résultats très nets, pour une terre siliceuse légère renfermant, en moyenne, 3,2 °/₀ d'eau :

Dans les taches salées	7,3 °/₀ d'eau
Dans les intervalles entre les taches.	2,6 —

En répétant les mêmes essais et les mêmes dosages pour une terre contenant 4,3 °/₀ d'eau, on a obtenu encore au bout de dix jours :

Dans les taches.	8,7 °/₀ d'eau
Dans les intervalles.	3,1 —

Quant à la diffusion du sel, elle a été si lente que le chlorure de potassium se trouvait (dix jours après l'enfouissement) réparti de la façon suivante :

	CHLORURE dans la terre
Dans la tache salée	1,48 °/₀
A 20 millimètres de la tache	0,03
Dans la terre primitive témoin.	0,03

« Ces faits, disent les auteurs, expliquent la mauvaise levée des graines quand on répand des engrais salins à l'époque des semailles. Les grains qui tombent dans les parties humides, où le sel reste concentré, se trouvent en présence d'une solution fortement salée, qui fait périr la jeune plante dès la germination ; celles qui tombent dans les intervalles sont en présence d'une terre qui s'est desséchée par la migration de l'eau, et dès lors la germination n'a pas lieu. »

Une expérience nouvelle confirma, en effet, cette hypothèse et permit aux auteurs de formuler une conclusion identique. Dans une terre de jardin renfermant 9,8 °/₀ d'eau, ils déposèrent des fragments de nitrate de soude et de chlorure de potassium, puis ils semèrent des grains de blé et d'avoine.

Aucune de ces graines ne germa, tandis que, dans une terre de même origine, mais non fumée avec des cristaux de sels, et servant ainsi de témoin, la germination fut parfaite.

Poussant plus loin leurs recherches, MM. Müntz et Gaudechon ont déterminé exactement les profondeurs auxquelles parvenaient les sels répandus sur la terre et enfouis seulement à 1 centimètre de la surface.

Dans le sens horizontal, la diffusion était presque nulle au bout de six jours dans une terre de jardin renfermant 15 °/₀ d'eau, et fumée avec du nitrate de soude et du chlorure de potassium. A une distance de 25 millimètres des points où les sels avaient été placés, la terre ne renfermait pas plus de nitrate ou de potasse que dans une terre témoin de même origine.

Dans le sens vertical, la dissolution saline s'abaissait si lentement qu'après *un mois* on ne pouvait pas trouver trace des sels dissous au delà de 40 millimètres de profondeur!

Enfin, les auteurs ont constaté que la pluie ne produit qu'un déplacement dans le sens vertical, sans diffusion latérale sensible, sauf en cas de pluie prolongée.

« En résumé, disent-ils pour conclure, la terre est un milieu discontinu dans lequel la diffusion des matériaux, même très solubles, ne se fait qu'avec une extrême lenteur, et où même peuvent coexister, pendant un long temps, des zones de compositions différentes, *que les cultures finissent par unifier.* »

§ 2. — Conclusions pratiques.

Il y a lieu de se demander quels enseignements comporte pour les praticiens la Note de MM. Müntz et Gaudechon.

En ce qui concerne les engrais salins répandus à l'automne, — ce sont des phosphates ou des superphosphates, — la question est toute résolue si les semailles ne suivent pas immédiatement l'épandage des sels. Il en est ainsi, notamment, pour les terres qui doivent porter des céréales de printemps, des betteraves ou des pommes de terre. Lorsque l'agriculteur sème, au contraire, des blés d'automne, d'octobre à décembre, on peut admettre que les essais des auteurs dont nous parlons justifient la pratique des hersages qui mélangent intimement les engrais au sol après l'épandage de ces derniers.

Bien que les semailles suivent parfois de très près l'incorporation des phosphates à la terre arable, on n'a pas observé, croyons-nous, des irrégularités dans la levée des graines, irrégularités qui pourraient être attribuées à l'action des sels sur la germination. Il est vrai que les phosphates ou superphosphates n'exercent peut-être pas sur les graines la même influence que le nitrate de soude ou le chlorure de potassium dont MM. Müntz et Gaudechon ont étudié plus spécialement la diffusion dans le sol.

Quant aux fumures de printemps, elles consistent en épandages de nitrate de soude et de chlorure de potassium; mais les nitrates sont presque toujours distribués sur des céréales déjà levées, et, par suite, la germination ne saurait être entravée par l'engrais salin.

Quant au chlorure, il est le plus souvent incor-

poré au sol assez longtemps avant les semailles, de sorte que les praticiens n'ont pas à redouter l'influence nocive des dissolutions salines concentrées et accumulées dans les taches dont nous avons parlé.

Les nitrates distribués au printemps « en couverture » sur des céréales jaunes et languissantes produisent visiblement un effet rapide, au bout de huit à quinze jours au maximum. Il semble donc que, dans les champs, la diffusion du nitrate soit plus rapide que dans la terre choisie par les expérimentateurs pour étudier la façon dont ce sel est dissous et pénètre le sol.

II. — L'Électricité, la végétation et la germination.

Il s'agit d'une question déjà bien vieille, mais qui est assez intéressante pour mériter l'attention et provoquer des recherches nouvelles.

Quelques travaux récents ont donné à ce problème un caractère d'actualité qui nous oblige à l'étudier aujourd'hui et à rappeler très sommairement quelques-uns des résultats obtenus.

Vers 1843, des expérimentateurs américains avaient signalé les résultats surprenants que l'on pouvait obtenir, au point de vue de l'augmentation des récoltes, par l'électro-culture. Malheureusement, les essais institués en Angleterre n'avaient nullement confirmé les résultats annoncés aux États-Unis, et l'on a constaté, une fois de plus, que les conclusions proposées successivement par divers savants étaient presque toujours opposées l'une à l'autre. C'est ainsi qu'Ingen Housz a nié l'exactitude des résultats obtenus par Bertholon; l'Anglais Solly réfute le Dr Forster, et M. Naudin a répété sans succès les expériences de M. Grandeau, il y a plus de vingt ans.

A cette époque, un professeur de Physique à Genève, Wartmann, résumait les expériences faites par lui sur des plantes semées dans des conditions identiques d'exposition, d'humidité, de nature de terre employée, etc. Les unes avaient été cultivées dans un état d'isolement électrique absolu; les autres avaient été placées dans le voisinage d'un réseau métallique terminé par un paratonnerre élevé, sans qu'il existât aucun obstacle à la lumière. Des graines enfoncées dans le sol ou dans des vases non enterrés, hors du cercle présumé des appareils, avaient servi de témoins.

« Or, écrit Wartmann, bien que les pluies d'orage aient été fréquentes et les manifestations d'électricité bien marquées, aucune différence notable n'a pu être constatée entre les diverses plantes mises en observation, au point de vue de leur développement. »

L'auteur concluait ainsi, de la façon la plus précise, contre l'hypothèse d'une influence exercée par l'électricité atmosphérique sur la végétation.

A l'inverse, M. Selim Lemström, professeur à l'Université d'Helsingfors, s'est prononcé en faveur de l'hypothèse d'une influence très nette exercée certainement par l'électricité atmosphérique. Les travaux beaucoup plus récents de M. Lemström sont peu connus; c'est pourquoi il nous paraît intéressant de les signaler, d'autant plus que l'auteur rattache ses hypothèses scientifiques à des faits curieux observés par lui durant ses explorations dans les régions polaires.

§ 1. — Les observations de M. Lemström dans les régions polaires.

D'après M. Lemström, lorsque les plantes de culture échappent à l'influence désastreuse qu'exercent fréquemment dans ces régions les gelées nocturnes, leur développement surpasse de loin celui des plantes du même genre dans les régions plus méridionales et sous un climat plus favorable. Cette exubérance se reconnaît aux nuances vives et éclatantes des fleurs, à leur parfum intense, à la rapide croissance des feuilles des arbres, aux senteurs qui s'en exhalent, et surtout aux riches moissons que donnent diverses céréales telles que le seigle, l'orge et l'avoine, lorsque les gelées nocturnes ne les ont pas fait périr.

Il n'est pas rare, paraît-il, qu'un hectolitre de seigle en rapporte quarante; un hectolitre d'orge, vingt, et ainsi de suite. Ces résultats s'obtiennent bien que les labours soient peu développés. Dans la partie septentrionale de la Laponie finlandaise, on n'employait, il y a une dizaine d'années, que des charrues et des herses de buis, sans la moindre pièce de fer.

Pour atteindre un grand développement, les plantes ont besoin — indépendamment d'un sol fertile — de chaleur, de lumière et d'humidité en quantité suffisante. Mais, dans les régions polaires, un de ces éléments, la chaleur, n'existe qu'en minime proportion.

Jusqu'à présent, on avait, dit l'auteur, attribué la rapide croissance des plantes dans ces régions à l'absence de nuit durant deux ou trois mois de l'été. Cette explication doit être rejetée, puisqu'il est démontré que les quantités de chaleur et de lumière que le Soleil y verse aux plantes sont inférieures à celles qui existent, par exemple, au soixantième degré de latitude. Cela tient à la position du Soleil sur l'horizon, et à l'obliquité des rayons solaires qui viennent frapper la Terre. Force est donc de chercher ailleurs la cause d'une végétation aussi rapide et aussi luxuriante.

Plusieurs raisons portèrent M. Lemström à soupçonner que la vraie cause doit se trouver dans les courants électriques dont l'activité se manifeste dans la lumière polaire ou aurore boréale. Ces courants vont de l'atmosphère vers la Terre, et réciproquement. Lors de l'Expédition polaire internationale finlandaise de 1882-84, on ne se borna pas à en constater l'existence; autant que les circonstances le permirent, on en mesura la grandeur et on les détermina de plus près.

La Physiologie végétale, ajoute le savant finlandais, explique d'une manière satisfaisante les fonctions dévolues à la plupart des organes des plantes; elle fournit des raisons suffisantes de l'existence de ces organes et de leurs formes variées.

Il n'en est pas ainsi, toutefois, en ce qui concerne les aiguilles des Conifères et les barbes des épis de la plupart des Céréales.

Or, dans le vaste atelier de la Nature, rien n'existe sans avoir sa raison d'être; donc, les aiguilles et les barbes d'épis doivent avoir aussi leur fonction déterminée. De fait, leur structure les rend éminemment propres à servir d'instruments pour transmettre l'électricité de l'atmosphère à la Terre, et réciproquement, c'est-à-dire pour agir comme les pointes métalliques en communication avec la Terre.

Sans doute, il ne suffit pas qu'elles possèdent, dans une certaine mesure, cette propriété, pour qu'on puisse en conclure qu'elles servent à cette fin. Mais la présence de l'électricité dans l'air les place dans les conditions voulues pour que cette action s'exerce réellement, et une expérience, faite lors de l'Expédition ci-dessus mentionnée dans la Laponie finlandaise, a démontré, par analogie, qu'elles ont véritablement cette destination, c'est-à-dire qu'elles servent à transmettre l'électricité de l'atmosphère à la Terre. On ne saurait nier leur proche ressemblance avec l'appareil qui a servi à faire cette expérience, à savoir un fil métallique isolé, muni de pointes, et mis en communication continue avec la Terre.

Sans parler des autres plantes, nous pouvons donc admettre, déclare M. Lemström, qu'un courant électrique passe par les aiguilles des Conifères et les barbes des épis de Céréales.

Cela ne suffit pas encore à démontrer que le courant exerce une influence bienfaisante sur la végétation. Pour fournir cette démonstration, il fallait des preuves expérimentales.

§ 2. — Les expériences de M. Lemström.

L'auteur nous offre deux séries de preuves résultant : 1° des faits observés sur des arbres — des Conifères — dont la croissance inégale pourrait être, selon lui, rattachée à des phénomènes électriques intermittents ou périodiques; 2° des expériences de culture instituées et commentées par lui.

Voici quelles seraient les observations faites à propos de la croissance des résineux étudiés :

Une étude très étendue des couches concentriques annuelles des Conifères de diverses latitudes (du 60e au 67e parallèle) a montré, dit-il, que leur épaisseur varie d'une manière tout à fait spéciale. Il existe généralement une grande inégalité de croissance selon la diversité d'âge des arbres; mais, si l'on fait abstraction de ces différences et que l'on y regarde de plus près, on découvre d'autres inégalités qui se rapportent manifestement aux circonstances plus ou moins favorables dans lesquelles la croissance s'est faite, c'est-à-dire à des années plus ou moins favorables.

Ces inégalités dans l'épaisseur des couches concentriques accusent une périodicité en étroite concordance avec les périodes des taches solaires et de la lumière polaire, soit des périodes de dix à onze ans.

La comparaison des coupes de gros sapins des régions polaires (au 67e degré) avec celles d'arbres des régions plus méridionales a démontré que ces variations sont plus accentuées lorsque l'arbre a poussé dans les contrées polaires.

Le fait de la concordance de cette périodicité avec celle de la lumière polaire conduit à rechercher le lien qui existe entre les courants électriques qui déterminent cette lumière et l'accroissement annuel ou les cercles concentriques de ces arbres. Comme cette particularité s'accuse davantage là où les courants électriques de l'atmosphère sont à la fois plus nombreux et plus intenses, il semble bien qu'il existe là un rapport de cause à effet.

« Étant pénétré, dit l'auteur, de la nécessité de rechercher la cause des phénomènes indiqués plus haut qui s'observent dans la végétation polaire, et convaincu en même temps de l'existence dans l'atmosphère d'un courant électrique descendant ou ascendant, je fus naturellement porté à rapprocher ces phénomènes, et à considérer le courant électrique de l'atmosphère comme la véritable cause des particularités observées dans le règne végétal. »

Tout ce qui a été dit plus haut concernant ces particularités trouve ainsi son explication :

Richesse des moissons et leurs variations périodiques;

Périodicité de l'accroissement des couches concentriques des Conifères;

Disposition des feuilles des Conifères et des barbes des épis en forme d'aiguilles s'adaptant parfaitement à la transmission de l'électricité de l'atmosphère au sol. « Le courant électrique ayant la

plus grande intensité dans les régions polaires, c'est là aussi que son action doit être le plus énergique. »

Jusque dans ces derniers temps, on envisageait l'électricité comme étant de nulle ou de médiocre importance en ce qui concerne la vie des plantes et on ne devait pas, par conséquent, s'attendre à constater sous ce rapport des effets considérables.

« Le présent Mémoire, conclut M. Lemström, montrera que cette opinion doit être modifiée et qu'il faut compter le courant électrique de l'atmosphère parmi les facteurs importants de la vie végétale. »

Quant aux expériences de laboratoire instituées par l'auteur pour mettre en évidence l'action de l'électricité atmosphérique ou statique sur la végétation, voici comment on peut les décrire d'après ses notes :

Devant des fenêtres, l'expérimentateur a installé trois petits compartiments séparés entre eux par des cloisons de carton fixées sur une table.

Dans chaque compartiment, on plaça deux pots à fleurs remplis de terre de même espèce. On sema dans ces pots de l'orge, du froment et du seigle, quatre grains de même poids et de même aspect dans chaque pot. Au-dessus des pots, dans chaque compartiment, était suspendu un réseau de fil métallique isolé, pourvu de pointes. La terre des pots était mise en communication avec le sol au moyen de feuilles d'étain, de telle manière que, en désignant les compartiments par les chiffres I, II, III, le courant du pôle positif d'une machine à influence de Holz était dirigé, dans le compartiment I, du réseau métallique vers les plantes dans les pots, et dans le compartiment II, en sens inverse; dans le compartiment III, il n'y avait point de courant. Le pôle négatif était mis en communication avec le sol.

La terre des pots fut arrosée avec de l'eau à la même température et en même quantité pour chaque pot. A des intervalles déterminés, on mesura la hauteur des plantes, la largeur et la longueur des feuilles.

Déjà au bout d'une semaine on put constater une différence sensible.

Dans les compartiments I et II, les plantes se développèrent plus rapidement et acquirent plus de force. La machine électrique ne fonctionnait que cinq heures par jour.

L'excédent fut évalué à 40 °/₀.

Toutes les autres circonstances extérieures, dit l'auteur, ayant été identiques dans les trois compartiments, la cause de ce surcroît ne pouvait être que le courant électrique.

Durant l'été, une expérience eut lieu à X..., dans un champ. La moitié d'un certain nombre de planches fut soumise à l'action du courant électrique, l'autre servit de contrôle.

Voici les excédents constatés *dans les planches électrisées* :

Betteraves	107 °/₀
Pommes de terre	76
Betteraves rouges	65
Radis	59
Panais	54
Poireaux	42
Céleris	36
Carottes	— 5,9
Choux-raves	— 5,2
Choux	—43,6
Navets	+ 1,8
Turneps	+ 2,6

Des fraisiers de jardin furent plantés en pots dans une orangerie et placés dans trois compartiments séparés les uns des autres par des cloisons de carton, deux pots dans chaque compartiment. Dans le premier compartiment, le courant allait du réseau métallique vers le sol; dans le second, en sens inverse; dans le troisième, il n'y en avait pas.

Dans le premier, les fraises arrivèrent à maturité en vingt-six jours; dans le second, en trente-trois jours; dans le troisième, en cinquante-quatre jours.

Ici, le courant électrique avait pour effet d'abréger d'une manière surprenante le temps nécessaire à la maturation. On remarque aussi une différence entre l'électricité positive et l'électricité négative, l'action de la première ayant été plus efficace que celle de la seconde.

La conclusion générale de l'auteur est ainsi formulée :

« L'action des deux courants peut se définir de la façon suivante :

« Le courant négatif, qui se porte du sol, à travers les plantes, vers les pointes du réseau, facilite l'ascension de l'eau et des substances qu'elle contient en dissolution des racines vers les tubes capillaires des plantes; il active, de cette façon, la circulation de la sève.

« Le courant positif amène à la plante les divers éléments de l'atmosphère et les introduit, par les ouvertures que présentent les tubes capillaires, pour y subir le travail d'assimilation. Ce second effet est notablement plus important que le premier.

« Dans les expériences faites par l'auteur, l'action exercée par l'électricité était due à un courant artificiel; mais il est certain que, dans les régions polaires et dans nos latitudes, un courant électrique descend ou monte constamment; *il est probable qu'il en va de même dans les autres parties de la Terre.* Ce courant *doit* exercer une influence sur la végétation.

« Le rôle joué par l'électricité dans la vie des plantes est bien plus considérable qu'on n'avait lieu de le soupçonner. »

Déjà les expériences de M. Lemström avaient montré que l'électricité produit des effets très différents selon les espèces de végétaux cultivés, et, en se reportant au tableau reproduit plus haut, on peut constater notamment que, pour les choux, les choux-raves et les carottes, les rendements ont diminué au lieu d'augmenter. Ces contrastes prouvent déjà qu'il serait singulièrement téméraire d'affirmer d'une façon générale que les courants électriques sont favorables à la végétation.

§ 3. — Influence des courants continus sur la germination.

Des expériences nouvelles, faites tout dernièrement à Toulouse par M. Elie Lazerges et citées avec éloges par M. G. Bonnier[1], démontrent précisément que l'action des courants continus est très variable selon les cas.

Ici, toutefois, la précision des essais nous donne des certitudes scientifiques dont il y a lieu de tenir grand compte.

Voici dans quelles conditions ces expériences ont été instituées par l'auteur :

Le liquide de culture était l'eau de la Garonne, qui constituait un électrolyte très dilué ; puis, dans une série d'expériences, on a pris comme milieu de culture un électrolyte concentré, constitué par une solution nutritive de composition déterminée. Dans chaque cas, on mesurait exactement l'intensité du courant employé et l'on pesait ensuite les germinations qui s'étaient effectuées dans ces conditions.

Les expériences portèrent sur l'orge (*Hordeum vulgare*). On plaçait les graines sur un fin tamis disposé sur un léger cadre en verre, et ce tamis, supportant les graines, affleurait à la surface libre du liquide contenu dans un cristallisoir en verre. Le courant électrique était fourni par des piles du type Daniell, dont la force électro-motrice est sensiblement constante. Ces piles présentent l'inconvénient d'offrir, à cause du vase poreux intérieur, une résistance considérable ; mais, comme la résistance extérieure était très grande, la résistance intérieure des piles était négligeable. De plus, dans les expériences de M. Lazerges, ces piles étaient montées en séries. L'intensité était exactement mesurée au moyen d'un galvanomètre Desprez-d'Arsonval apériodique.

Dans chaque expérience, on disposait sur le tamis un poids connu de graines et, toujours à côté du cristallisoir contenant les graines soumises au courant, on disposait un cristallisoir témoin placé dans des conditions absolument identiques. Le courant était amené dans le liquide par deux électrodes au charbon placées chacune à une extrémité du tamis. Enfin, pour opérer dans des conditions toujours semblables de température et d'humidité, les expériences se faisaient à l'étuve d'Arsonval à régulateur métallique, à l'obscurité totale, et à une température constante de 27° C. Leur durée, toujours la même pour une série d'expériences et déterminée par tâtonnements, était d'environ soixante-douze heures. Au bout de ce temps, la germination était, en effet, assez avancée et l'influence du courant s'était fait sentir durant une période assez longue pour que les effets dus à son action fussent nettement appréciables.

De la première série d'essais tentés par M. Lazerges, on peut dégager des conclusions tout à fait opposées. Tantôt le courant a favorisé et accéléré la germination et la croissance, tantôt il a gêné et retardé le développement du végétal ou la germination elle-même.

Or, les expériences ayant été faites dans tous les cas en ayant soin de ne pas changer les conditions, seule l'intensité du courant avait varié.

C'était donc à cette différence d'intensité du courant que doit être attribuée la différence des résultats et l'on peut dire que, dans certains cas, le courant électrique a sur la germination une influence nettement favorable et que, dans d'autres cas, son action est tout aussi nettement défavorable. On doit donc admettre l'existence d'une intensité optima.

« Il paraît, dit l'auteur, résulter de nos expériences que cet optima se localise aux environs de 0 amp. 0005.

« Mais il est nécessaire de remarquer encore que nous n'avons déterminé cet optima que dans un cas particulier, celui de l'orge, et qu'il est seulement relatif à l'orge. Voici les intensités de courant relevées et les excédents de poids accusés par le végétal :

INTENSITÉS	EXCÈS DE POIDS
0, 000.23 ampère.	+ 0 gr. 050
0, 000.4 —	+ 0 gr. 300
0, 000.5 —	+ 0 gr. 505
0, 000.7 —	+ 0 gr. 080
0, 001.6 —	— 0 gr. 0329
0, 003 —	— 0 gr. 0415

« En résumé, l'on constate dans les expériences — avec l'eau de la Garonne comme milieu nutritif — que, à partir d'une intensité assez faible et jusqu'à l'intensité optima, un courant continu favorise la germination et active la croissance : les racines et les tiges ont une plus grande longueur que lorsque la germination s'effectue normalement et, de plus, il y a toujours une racine qui prend un très grand développement.

« Puis, lorsque l'intensité dépasse la valeur optima, un phénomène inverse du précédent se

[1] Communication à la Société nationale d'Agriculture, avril 1909.

produit : les graines électrisées germent moins vite et prennent un développement moindre que dans le cas d'une germination normale.

« Mais, ici encore, les phénomènes galvanotropiques sont très manifestes. Et, si l'intensité du courant s'élève encore, le développement des jeunes plantes ne s'effectue que très lentement et très difficilement.

M. Lazerges a fait varier, dans une autre série d'essais, la composition du liquide nutritif dans lequel ces graines germaient.

La composition de ce liquide était la suivante :

$(AzO^3)^2Ca$	1 gr. »	pour 1 litre d'eau.
KCl	0 gr. 25	
SO^4Mg	0 gr. 25	
PO^4HK^2	0 gr. 25	

Il est à remarquer que les résultats obtenus furent analogues et que les conclusions déjà formulées plus haut pourraient être de nouveau consignées ici.

§ 4. — Conclusions.

Contradictoires, insuffisants sans doute, bien que fort intéressants, tous les résultats que nous avons successivement consignés n'ont pas encore de portée et d'applications pratiques.

Il est clair que les considérations financières sont de la plus haute importance lorsqu'il s'agit de production, et nous ne savons pas à quel prix l'électroculture, même en cas de succès, pourrait permettre d'augmenter les rendements, de hâter la maturation ou la germination, etc.

Rien, pourtant, ne saurait être négligé, lorsqu'il s'agit de faits scientifiquement établis ou d'expériences instructives. C'est pourquoi nous avons cru devoir parler ici avec quelque développement de l'électricité et de la végétation.

III. — Le blanc du chêne.

L'*Oïdium* du chêne a fait son apparition très brusquement à partir de 1907, et peut-être plus tôt, dans plusieurs régions de la France.

A l'École de Grignon, M. Griffon recevait, il y a deux ans, des feuilles de chêne pédonculé recouvertes d'*Oïdium quercinum* et qui provenaient des environs de Blois. Successivement, la Station de Pathologie végétale était mise en possession de nombreux envois analogues, dont l'origine ne laissait aucun doute sur la présence du blanc de chêne dans les taillis de chênes du centre et de l'Ouest (Loir-et-Cher, Sarthe, Charente, Seine-et-Marne, Loiret). MM. Mangin et Hariot ont trouvé l'*Oïdium* dans les bois de Verrières, auprès de Paris, et M. Fliche, professeur honoraire à l'École forestière, en constatait la présence dans l'Yonne.

« En 1908, écrivent MM. Griffon et Maublanc[1], le blanc a été plus précoce et a redoublé d'intensité, envahissant les repousses des taillis et des arbres d'émonde, *dans toute la France*, desséchant les jeunes feuilles et même les rameaux. Dans certains points, ces repousses apparaissent comme couvertes de givre ou de farine, et l'un de nous a pu contempler dans le Morvan et en Auvergne, entre Clermont et Thiers, des paysages produisant un véritable effet de neige. »

Enfin, d'après les mêmes auteurs, divers correspondants leur auraient signalé la présence du blanc de chêne dans le nord de l'Espagne, en Portugal, dans toute l'Italie, en Corse, en Suisse, en Hollande, en Allemagne, en Autriche, en Angleterre et en Algérie.

Toutes les espèces françaises de chêne seraient atteintes, d'après Hariot[2]. Les chênes pubescents, pédonculés et tauzins, paraîtraient surtout éprouvés; il en serait de même, d'après M. Griffon, pour le chêne rouvre, et pour d'autres espèces européennes (*Q. Lusitanica*, *austriaca*, *macra canthera* du Caucase, etc.).

Enfin, les chênes américains, quoique peu atteints, peuvent être cependant attaqués, ainsi que le prouve l'examen d'un certain nombre d'échantillons étudiés par MM. Griffon et Maublanc.

Quel est exactement le blanc du chêne dont l'apparition vient d'être signalée et paraît avoir été très brusque?

MM. Griffon et Maublanc exposent longuement, à ce propos, les diverses opinions avancées jusqu'ici et concluent ainsi :

« En somme, on ne peut rattacher avec certitude le blanc actuel à aucune des Erysiphées connues jusqu'à ce jour comme formant leurs périthèces sur le chêne en Europe. »

Quant à l'origine, les deux auteurs hasardent simplement deux *hypothèses*, en se défendant notamment d'avoir jamais affirmé l'origine américaine du blanc du chêne.

En premier lieu, ils supposent : 1° que le blanc est indigène, quoique très peu connu, et qu'il s'est développé soudain d'une façon tout à fait inattendue; 2° qu'il a été importé comme l'ont été le *Phytophtora* de la pomme de terre, l'*Oïdium*, le mildew, le black-rot de la vigne, venant d'Amérique, le blanc du Fusain du Japon et la rouille des Chrysanthèmes venant du Japon.

Cependant, MM. Griffon et Maublanc déclarent expressément, à propos de la première hypothèse, que leurs recherches attentives dans la bibliographie botanique et agronomique de notre pays, aussi bien que les travaux des érudits qui ont étudié l'histoire

[1] *Bull. de la Soc. mycologique de France*, 1909, 1er fasc.
[2] *C. R. de l'Acad. des Sc.*, 2 novembre 1908.

de nos forêts, permettent au moins d'affirmer ceci :

« Jamais le blanc du chêne n'a été signalé en France comme maladie importante, analogue à celle qui sévit actuellement. »

Nous ne sommes pas, d'ailleurs, certain que le blanc actuel soit d'origine exotique et spécialement d'origine américaine.

Sans doute, les chênes américains, comme nous l'avons fait observer plus haut, ne sont pas souvent atteints, mais nous ne savons pas ce qu'il adviendrait si ces espèces étaient cultivées en taillis ou traitées en arbres d'émonde. D'autre part, n'a-t-on pas constaté que le black-rot, par exemple, ne cause guère de ravages sur les vignes américaines, alors qu'il est très dangereux pour les vignes françaises?

« Le blanc du chêne, dit M. Griffon [1], présente, du reste, des caractères qu'on retrouve souvent lors de l'introduction de parasites étrangers. Les Érysiphées exotiques, en particulier, ont envahi de grandes étendues en peu de temps, après quelques années de faible développement en un point donné. Ce fait est très net pour l'Oïdium de la vigne. »

Au point de vue agronomique et économique, quels dangers fait courir à nos chênes le blanc dont ils sont attaqués depuis deux ans?

Si le blanc est indigène, il est probable que nous n'avons pas à redouter de grands ravages, parce que le mal disparaîtra lorsque les circonstances momentanément favorables à son développement seront modifiées.

Dans le cas où l'origine exotique serait certaine, il y aurait, au contraire, tout lieu de craindre des pertes, car nous ne pouvons savoir comment il se développera et quels ravages il pourra exercer dans nos taillis.

Les traitements avec la fleur de soufre semblent réussir, mais ils sont économiquement impraticables en raison de leur prix élevé.

IV. — Action des engrais sur les végétaux ligneux.

M. Chancerel, inspecteur adjoint des Eaux et Forêts, s'est livré dernièrement à des expériences très instructives relativement à l'action que peut exercer une fumure d'engrais minéraux sur le développement de nos arbres forestiers.

Ces essais ont été poursuivis méthodiquement, en utilisant comme milieu nutritif l'eau distillée, les sols artificiels, les terrains naturels, avec adjonction des engrais suivants :

Engrais organiques : fumiers, sang desséché.
Engrais minéraux. . *Phosphatés* : superphosphate, phosphate de chaux, scories.
Engrais minéraux. (Suite). *Potassiques* : sulfate et carbonate de potasse, chlorure de potassium, kaïnite.
Calciques : sulfate et carbonate de chaux, chaux.
Azotés : nitrate de soude, sulfate d'ammoniaque.
A titre accessoire : Sulfate de magnésie, de fer, de manganèse.

I. Pour expérimenter en utilisant l'eau distillée, on se servait de bocaux en verre, et les solutions différentes renfermant l'engrais avaient une teneur variant de 0 gr. 75 à 2 grammes par litre.

Résultats : Les semis des essences feuillues — chênes pédonculés (munis ou dépourvus de leurs cotylédons), frênes communs, peupliers, trembles — ont surtout bénéficié de l'adjonction des sels calciques, — sulfates, superphosphates et phosphates.

La chaux seule donne également de bons résultats.

Dans les solutions de tous les autres engrais, et spécialement dans les composés potassiques, les plants dépérissent.

Les rejets de tige sont très vigoureux dans les solutions renfermant du sulfate de chaux, tandis qu'ils supportent mal les engrais azotés et potassiques.

Les composés calciques activent la croissance des résineux (sapins pectinés, pins sylvestres et maritimes); la chaux, cependant, employée seule semble nuire au sapin pectiné.

Quant aux substances azotées ou potassiques, elles paraissent toxiques pour les résineux comme pour les feuillus.

II. En utilisant les sols artificiels, M. Chancerel a procédé de deux façons différentes :

1° Par culture en pots remplis de sable purifié et lavé;

2° Par culture *en place d'essais*. Dans ce dernier cas, le sol naturel était enlevé à la profondeur d'un mètre, et remplacé par du sable lavé.

Résultats : Les semis de chêne pédonculé, hêtre, aune, bouleau, pin maritime, sylvestre, noir d'Autriche, sapin pectiné, étaient favorisés par les milieux calciques, sulfate et phosphate de chaux, scories, et le fumier (à dose massive); le sang desséché et les cendres de bois donnent une végétation médiocre; les composés azotés et potassiques sont nuisibles, aux doses employées de 100 kilogs à 2.000 kilogs à l'hectare.

Les repiquages des mêmes essences réussissent ou manquent avec les mêmes engrais que les semis.

Les bouturages en sols artificiels donnent les mêmes résultats qu'en eau distillée.

Notons, comme en eau distillée, la même action dangereuse de la chaux envers le sapin pectiné.

III. En se servant des *terrains naturels*, l'expérimentateur a constaté des résultats analogues à ceux qui avaient été notés précédemment.

[1] *Loc. cit.*, p. 48.

En terrains naturels, les semis, repiquages, rejets de tiges, bouturages des essences précédemment citées sont favorisés par les mêmes engrais : en première ligne, les sulfates et phosphates de chaux; en seconde ligne, les scories et chaux avec le fumier ordinaire, quand celui-ci peut être fourni à doses considérables.

Mêmes résultats médiocres en ce qui concerne le sang et les cendres de bois.

La croissance des diverses essences est arrêtée ou ralentie avec les autres corps; à noter, cependant, les bons résultats produits par le sulfate de fer, quand il n'est pas mis au contact direct des racines, mais déposé, à dose minime, en surface, au pied des plants.

Voici les conclusions générales que l'auteur a cru pouvoir dégager de ses essais :

Les composés potassiques sont des ralentisseurs de la croissance et ne doivent être utilisés que dans les cas où l'on veut obtenir la mise à fruits des arbres, notamment pour favoriser une coupe d'ensemencement.

Les engrais calciques sont les vrais accélérateurs de la végétation ligneuse.

Le sulfate de chaux peut être employé sans limite de quantité, et favorise à la fois les semis, les repiquages, les rejets, les bouturages; des plants qui, transportés par les temps chauds, risquent de s'échauder, sont revivifiés si on les trempe dans une solution plâtrée.

La chaux produit d'excellents effets sur les feuillus et sur les résineux, sauf sur le sapin pectiné.

Les scories sont également favorables.

Les phosphates, et notamment le superphosphate de chaux, donnent de remarquables résultats; ce dernier corps, à doses modérées, constitue l'engrais de choix pour le sapin pectiné.

Assurément, pour les végétaux ligneux, les conditions physiques extérieures sont d'une importance capitale; cependant, particulièrement sur le végétal jeune, les engrais calciques, sulfate et superphosphate principalement, donneront à la plante une vitalité précieuse et pourront être les facteurs prédominants du succès dans les reboisements.

On voit que les résultats des nombreuses cultures et expériences de M. Chancerel sont tout à fait imprévus et semblent même contraires à ce qu'on enseigne couramment en sylviculture; mais il faut bien remarquer qu'il s'agit des arbres jeunes, et qu'une fois les plants bien constitués, bien préparés, pourrait-on dire, par le milieu calcique, ceux-ci peuvent ensuite se développer et prospérer, même dans un terrain presque complètement dépourvu de calcaire.

V. — L'industrie sericicole en France. Les encouragements officiels au point de vue financier et technique.

Dans la seconde moitié du XIXe siècle, la production sericicole, brusquement réduite des quatre cinquièmes par l'invasion de la pébrine, ne s'est relevée qu'avec une extrême lenteur, sans jamais atteindre, depuis cette époque, le niveau auquel elle était parvenue.

Le poids de cocons frais récoltés en 1853 atteignait le chiffre de 26 millions de kilogs. Cette production n'a pas dépassé, dès lors, 16 millions de kilogs (1866), et variait de 8 à 9 millions entre 1880 et 1890.

Au moment où fut discutée la question du remaniement complet de notre tarif douanier (1890-91), les sericiculteurs, les moulineurs et filateurs réclamèrent une protection douanière efficace au nom des principes dont on voulait faire l'application générale à l'agriculture aussi bien qu'à l'industrie.

Les réclamations de l'industrie de la soie furent aussi vives qu'elles étaient justifiées. L'intérêt, la vie même du tissage ou de la filature exigeaient l'importation libre de la matière première, c'est-à-dire des cocons et des grèges. Toute élévation du prix de ces marchandises ne pouvait que porter un coup funeste à des industries, qui trouvaient leur principal débouché à l'étranger et y rencontraient des concurrents.

Les 8 ou 9 millions de kilogs de cocons produits en France ne représentaient, au prix de 3 à 4 francs par kilog, qu'un produit brut de 30 à 35 millions de francs, tandis que l'industrie de la soie exportait pour 250 à 270 millions de tissus de toutes teintes, sans compter 130 à 140 millions de soies ouvrées dont le commerce eût été entravé visiblement par une législation douanière protectrice et tracassière.

Pour donner, cependant, satisfaction aux sericiculteurs, la majorité protectionniste du Parlement décida qu'il serait attribué aux éleveurs des primes spéciales par kilog de cocons récoltés, et que, d'autre part, les moulineurs-filateurs directement concurrencés par l'Etranger recevraient également des subventions.

La loi du 11 janvier 1892 fixait la prime à 0 fr. 50 par kilog de cocons *frais*, et le même texte accordait aux filateurs une autre prime « à la bassine » ainsi graduée :

« Cent francs par bassine à deux bouts; Quatre cents francs par bassine à plus de deux bouts; Deux cents francs par bassine même à un bout pour la filature des cocons doubles. »

La durée de l'application de cette loi ne devait pas dépasser six ans; mais une nouvelle loi, celle du 2 avril 1898, éleva la prime accordée par kilog

de cocons, la porta à 0 fr. 60, bien loin de la réduire, et modifia simplement le régime des subventions à la filature.

Enfin, le texte voté il y a quelques mois par les Chambres se borne à proroger jusqu'au 31 mai 1909 les dispositions de la loi de 1898, en attendant une modification de son texte qui vient d'être discutée à la Chambre et donne à cette question une véritable actualite.

« Ce système d'encouragement, dit un rapporteur parlementaire, fut la conséquence naturelle du régime économique établi par la loi du 11 janvier 1892. » Il apparut comme une compensation légitime, en faveur des sériciculteurs et des filateurs français, de la franchise douanière accordée aux cocons et aux soies grèges provenant des pays étrangers, dans l'intérêt majeur de nos grandes industries nationales des soieries pures, des rubans et des étoffes mélangées de soie.

« L'appui financier donné à la filature ou à la sériciculture était indispensable pour leur permettre de lutter efficacement contre la concurrence de l'Italie, de l'Asie Mineure, de la Perse et des empires de l'Extrême-Orient, et pour les préserver d'une décadence irrémédiable et d'une ruine fatale. »

Nous venons de voir que les lois protectrices de 1892-1898-1908 liaient, en réalité, le sort des filateurs à celui des sériciculteurs en leur accordant simultanément des primes à la fabrication. Dans l'esprit du législateur, la décadence de la sériciculture française devait entraîner la ruine des filateurs chargés de dévider les cocons ou d'en filer les « brins », et d'autre part, la prospérité de la filature était nécessaire à la sériciculture qui vend des cocons aux filateurs.

§ 1. — Les encouragements au point de vue financier.

Signalons dès à présent l'étendue des sacrifices imposés au Trésor par les primes à la sériciculture :

		NOMBRE de kilogs de cocons primés en milliers de kilogs	MONTANT des primes	FRAIS de contrôle en milliers de francs	DÉPENSES totales (milliers de francs)
Loi de 1892	1892.	7.677	3.838	56	3.895
	1893.	10.028	5.014	66	5.080
	1894.	10.578	5.289	67	5.357
	1895.	9.295	4.647	59	4.707
	1896.	9.310	4.657	62	4.720
	1897.	7.732	3.866	54	3.920
Loi de 1898	1898.	6.894	4.136	53	4.190
	1899.	6.957	4.174	49	4.224
	1900.	9.185	5.511	58	5.569
	1901.	8.458	5.075	57	5.132
	1902.	7.265	4.359	51	4.410
	1903.	5.974	2.584	49	3.633
	1904.	7.826	4.695	54	4.750
	1905.	8.118	4.811	54	4.865

Le tableau précédent présente par année, sous l'empire des deux lois de 1892 et 1898, le nombre de kilogs de cocons primés et les sommes ordonnancées tant à titre de primes qu'à titre de frais d'administration et de contrôle [1].

Quant à la répartition des primes entre les départements sériciccoles, nous la donnons ci-dessous pour montrer dans quelle mesure chacun d'eux bénéficie de ces subventions spéciales.

Nous indiquons, bien entendu, le chiffre des primes, en comptant à part les frais de répartition et de contrôle :

DÉPARTEMENTS	PRIMES ACCORDÉES
Ain	13.498 05
Basses-Alpes	90.017 55
Hautes-Alpes	14.689 66
Alpes-Maritimes	10.903 05
Ardèche	1.074.920 18
Aude	771 »
Aveyron	3.337 45
Bouches-du-Rhône	149.318 01
Corse	55.608 44
Drôme	831.078 60
Gard	1.334.788 16
Garonne (Haute-)	220 20
Gers	226 80
Hérault	91.978 03
Isère	181.997 60
Loire	1.381 53
Lot-et-Garonne	64 80
Lozère	70.330 89
Pyrénées (Hautes-)	7 80
Pyrénées-Orientales	17.388 04
Rhône	556 20
Savoie	17.632 71
Tarn	3.922 26
Tarn-et-Garonne	2.282 64
Var	283.769 97
Vaucluse	558.908 37
Alger	1.372 56
Oran	184 80
Totaux	4.811.216 25

Sous l'empire de la loi de 1892, les sacrifices du Trésor se sont élevés à 27.688.000 francs, durant six années.

La loi de 1898, ayant porté la prime de 0 fr. 50 à 0 fr. 60, les dépenses auraient dû grandir, mais, comme, d'autre part, les récoltes de cocons ont diminué, les sommes accordées par année moyenne ont légèrement fléchi. Elles s'élevaient à 4.614.000 francs de 1892 à 1898, et tombent à 4.576.000 francs de 1898 à 1906.

En résumé, la France a consacré, en quatorze ans, 64.461.000 francs aux encouragements accordés à la sériciculture nationale.

Avant de porter un jugement personnel sur cette opération économique et financière, analogue par ses conséquences au système des primes accordées aux fabricants de sucre, ainsi qu'aux cultivateurs

[1] Voir le décret portant règlement en date du 28 avril 1898, règlement prévu par la loi de 1898 et encore en vigueur aujourd'hui.

de lin et de chanvre, nous voudrions citer l'opinion du rapporteur[1] de la Commission des douanes chargée récemment de demander à la Chambre la prorogation des dispositions de la loi de 1898.

« Les résultats obtenus ont-ils réalisé les prévisions du législateur et justifié les sacrifices consentis par l'État? Les primes avaient un double but : assurer l'existence et *fortifier la vitalité* des industries protégées, d'une part; d'autre part, les encourager dans les voies du progrès, stimuler leur ardeur dans la recherche du perfectionnement de l'outillage, des procédés de culture et des moyens de fabrication; elles ont incontestablement produit d'heureux effets sur le premier point. Grâce aux encouragements du Trésor, la sériciculture et la filature se sont maintenues en France depuis seize ans.

« *Elles ont vécu;* elles ont été des sources importantes de travail et de profit pour de nombreuses populations rurales; elles ont distribué des salaires abondants à des familles ouvrières intéressantes; elles ont alimenté la fabrique des soieries d'une matière première fine et précieuse, indispensable pour la bonne élaboration des riches tissus de soie recherchés par la mode, le décor et l'ameublement. Tout cela n'est pas négligeable.

« Quant à l'amélioration des méthodes et au progrès de l'outillage, ils sont affirmés par les uns, mais contestés par certains. Il semble bien, pour l'observateur impartial, qu'il y ait une égale part de vérité dans ces opinions contradictoires... »

D'un autre côté, le rapporteur[2] de la 4e Section, à la Commission des Valeurs de douane, dit en parlant de la filature :

« Ce qui frappe d'abord, c'est le manque de développement de cette industrie... L'on sent que la filature de la soie est une industrie qui n'a pas confiance dans l'avenir. *C'est qu'en effet, cet avenir repose en grande partie sur la protection que le budget français lui accorde sous forme de primes et que le régime des primes est actuellement remis en question...* »

Considérée comme liée au sort de la sériciculture, la fortune de la filature ne paraît donc guère brillante, bien que chaque année cette industrie spéciale reçoive environ quatre millions de francs sous forme de primes!

Quant à la sériciculture elle-même, le rapporteur de la Commission des Valeurs de douane signale la hausse du prix des cocons et ajoute :

« Peut-être nos populations du Midi trouveront-elles là un encouragement à *revenir* à une industrie familiale un peu abandonnée chez nous depuis plusieurs années, ou du moins qui ne recrute guère de nouveaux adeptes et ne s'étend pas.....

« Les grands rendements que nous obtenons depuis quelques années tiennent principalement à l'excellence des graines mises à l'éclosion. Aussi l'industrie du grainage reste-t-elle fort intéressante à suivre. »

Les précautions oratoires et l'optimisme officiel ne démontrent que trop clairement l'insuffisance de la législation des primes. Le rapporteur de la Commission des Valeurs de douane déclare nettement que la sériciculture est dans un état de stagnation et de malaise dont les encouragements de l'État n'ont pas pu réussir à la tirer, et il constate sans hésitation la situation fâcheuse autant qu'anormale de la filature, « dont l'avenir repose, en France, sur la protection de l'État »!

Les résultats du système inauguré en 1892 sont donc très médiocres.

D'autre part, les dépenses ont été considérables.

L'État accorde chaque année 4.500.000 francs à titre de primes aux sériciculteurs et cette somme représente près de 20 % de la valeur de la récolte! Ce fait démontre l'énormité des sacrifices imposés aux contribuables, sacrifices qui n'ont pas pu, cependant, provoquer un développement de la production, ou prévenir sa décadence incontestable.

Il est donc permis de se demander si les subventions accordées aux sériciculteurs n'auraient pas été plus efficaces si elles avaient été employées d'une autre façon et si, notamment, une partie des 64 millions distribués aux éleveurs avait été destinée depuis seize ans aux recherches d'ordre technique visant le contrôle des graines, l'accroissement de la richesse soyeuse des cocons, la reconstitution des mûreraies, etc. A tout le moins est-il bien fâcheux de constater que le budget des œuvres d'amélioration des conditions de production ne représente qu'une fraction presque dérisoire des allocations dispersées par sommes insignifiantes entre les éleveurs.

Voyons donc les efforts faits par l'État pour seconder les producteurs et faciliter leurs recherches relatives aux méthodes techniques de perfectionnement des conditions de la production.

§ 2. — Les encouragements au point de vue technique.

Il y a lieu de signaler immédiatement la fondation d'une Station sericicole annexée à l'École Nationale d'Agriculture de Montpellier. Cette Station a été créée en 1873 dans le but de vulgariser, précisément là où il était utile de le faire, les méthodes de Pasteur appliquées au grainage.

L'établissement scientifique de Montpellier constitue en même temps une École de sériciculture et

[1] *Doc. parl.*, n° 1700, session 1908. Annexe au procès-verbal de la séance du 10 avril 1908.

[2] Session de 1907.

un laboratoire de recherches expérimentales. Une magnanerie annexée à la Station permet de se livrer à des éducations, de compléter l'enseignement théorique qui s'adresse tant aux élèves de l'École d'Agriculture qu'à des élèves libres *étrangers* venus d'Italie, de Grèce, de Turquie, de Russie, de Roumanie, de Bulgarie, du Japon, de la Chine, de l'Amérique et de l'Angleterre.

On prépare chaque année à Montpellier des graines saines distribuées gratuitement pour servir à la propagation des races les plus vigoureuses et les plus avantageuses à élever.

Dans un champ de collection récemment créé, on a, de plus, groupé diverses variétés de mûriers, et l'on étudie la culture de ces arbres, les systèmes de taille, les maladies dont ils peuvent être atteints, etc. Une pépinière jointe à ce jardin expérimental permettra de distribuer des boutures et des plants en répandant les meilleures variétés de mûriers.

A Aubenas, dans l'Ardèche, il existe un établissement officiel dénommé Magnanerie-Ecole. C'est, en fait, non une Ecole de Sériciculture, mais une magnanerie modèle créée en *1881*. Le personnel s'occupe de l'amélioration des variétés de vers, françaises et étrangères; il est chargé, en outre, d'un service d'inspection des cocons destinés au grainage. Les éleveurs sont admis à suivre toutes les opérations de la magnanerie pour y recevoir ainsi des leçons de choses. L'Etat s'est proposé de placer ainsi dans un centre sericicole important une installation-type, une magnanerie fonctionnant de la façon la plus satisfaisante, pour servir en quelque sorte à l'enseignement par les yeux.

Des spécialistes bien choisis, attachés à cette Ecole pratique, peuvent rendre des services de tous genres aux éducateurs de la région.

Enfin, deux « Stations » sericicoles ont été installées à Manosque (Basses-Alpes) et à Alais (Gard). Ce sont des laboratoires de recherches scientifiques qui peuvent, en outre, être utiles au public par les contrôles de la qualité des graines, des cocons, des appareils destinés aux élevages, par l'étude des maladies nouvelles comme celles des mûriers, par des tournées de conférences ou d'inspection confiées aux directeurs, enfin par des recherches personnelles de toutes sortes.

§ 3. — Conclusions.

Les encouragements techniques donnés par l'Etat à la sériciculture sont uniquement représentés par les deux magnaneries-modèles de Montpellier et d'Aubenas, par les trois stations scientifiques de Montpellier (annexe de la magnanerie), de Manosque et d'Alais. Le budget de ces fondations est des plus modestes. C'est ainsi que les frais de cours et d'expériences de la Station de Montpellier ne dépassent pas 1.700 francs. Le personnel fort réduit, — deux personnes à Montpellier et dans les autres établissements, — est, en outre, insuffisamment rétribué et son rayon d'action aussi bien que ses moyens d'investigation ou d'étude sont beaucoup trop restreints.

Une industrie capable de produire chaque année pour 30 ou 35 millions de francs de denrées utiles méritait, à notre avis, d'être étudiée avec plus de soin, d'être protégée avec plus de frais contre les dangers de l'ignorance, de la fraude s'exerçant grâce au commerce des graines douteuses et mauvaises, contre la propagation des maladies qui détruisent le mûrier...

Une partie des primes distribuées eût été avantageusement consacrée à des recherches scientifiques, à des distributions de plants de mûriers, à des conférences nombreuses, à des expériences publiques, nombreuses et répétées *sur une foule de points*, servant à démontrer *par l'exemple* le succès technique et financier des bonnes éducations.

Sans nul doute, la diversité de nos cultures, la richesse et la productivité de certaines d'entre elles, la faveur excessive dont a joui la viticulture, expliquent parfois, justifient même exceptionnellement, l'abandon ou la décadence de la sériciculture. Mais, dans la grande majorité des cas, c'est surtout l'insuffisance des connaissances, le défaut de conseils éclairés et d'exemples probants — placés sous tous les yeux — qui ont provoqué en France la réduction du nombre des éducations.

Si l'action persistante et, selon nous, efficace des encouragements techniques avait été, au contraire, reconnue stérile et inopérante, on se serait rendu compte avec précision des causes de l'irrémédiable décadence de la sériciculture française, et l'on eût alors cessé de faire des sacrifices en faveur d'une industrie que la force et la nature des choses condamnaient à disparaître. Les primes eussent été réduites avec toute raison et en toute justice. La France n'eût pas dès lors consenti à dépenser 64 millions de francs pour donner satisfaction à des réclamations insuffisamment justifiées.

L'Etat a pour fonction sociale, non de faire vivre artificiellement, aux frais des contribuables, les industries qui sont vouées à la ruine, mais bien de secourir momentanément celles qui n'ont besoin pour se développer ou pour renaître que d'encouragements *techniques* donnés au nom de la nation, quand l'initiative privée est impuissante à les fournir. Si le Sénat maintient le régime des primes, il sera indispensable de doter plus largement le budget des Établissements de recherches scientifiques.

D. Zolla,
Professeur à l'Ecole nationale d'Agriculture de Grignon.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Schilling (Dr Friedrich), *Professeur à la Technische Hochschule de Danzig.* — **La Photogrammétrie comme application de la Géométrie descriptive.** — *Édition française, par* M. L. Gérard, *Professeur au Collège Chaptal.* — 1 *vol. in-8° de* 101 *pages avec* 80 *figures et* 5 *planches.* (*Prix* : 6 *fr.*) *Gauthier-Villars, éditeur. Paris,* 1909.

Le but de ce livre est bien indiqué par les vingt premières lignes de la préface : ce n'est pas un Traité, c'est une Conférence, et cette conférence paraît plutôt faite par un professeur que par un praticien. Elle ne s'adresse, d'ailleurs, ni à des praticiens, ni à des élèves, mais bien à des professeurs (« aux professeurs des Ecoles supérieures de Göttingen »). Le but du conférencier n'est pas tant d'enseigner la restitution des projections par les perspectives, que de montrer comment « l'enseignement » de la Photogrammétrie peut être rattaché à celui de la Géométrie descriptive. L'ouvrage, l'auteur le dit explicitement, est « un utile complément des Traités de Géométrie descriptive », et la Photogrammétrie est considérée comme une science « éminemment propre à développer la faculté d'intuition dans l'espace », s'adressant, par conséquent, à tous les « partisans de l'intuition géométrique ».

L'ouvrage sera donc intéressant pour les professeurs qui voudront ajouter à l'enseignement de la Géométrie descriptive un chapitre de photogrammétrie. Mais, comme traité complet, il est insuffisant, car, dans une telle science, la partie géométrie pure ne constitue qu'une portion de ce qu'il est nécessaire de savoir pour arriver à la réussite dans la pratique.

La première partie du livre traite du cas où l'on ne dispose que d'une seule perspective pour obtenir la restitution. L'auteur a présenté le sujet de la façon la plus simple, la plus claire et la plus propre à être comprise par ses lecteurs, et cela tient certainement à ce que le cas visé, où l'on est obligé de suppléer à l'absence de la seconde perspective par la condition d'avoir affaire à des surfaces ou à des solides géométriques, est celui qui se rapproche le plus des cas traités par la Géométrie descriptive.

La seconde partie est intitulée : « Extension de la méthode au cas de deux ou plusieurs perspectives données ». L'auteur, tout en traitant très clairement le sujet, s'écarte néanmoins, quelquefois assez sensiblement, des conditions de la pratique, en particulier à l'article XXXI, où il attribue peut-être au théorème de Hauck, fort élégant d'ailleurs, une application qu'il n'a pas à un aussi fort degré. Ce théorème suppose, en effet, que l'emplacement de chacune des deux stations doit être visible sur l'épreuve prise de l'autre, ce qui est loin d'être le cas général, lequel n'est ensuite présenté par l'auteur que comme un corollaire.

La troisième partie est consacrée aux rapports de la Photogrammétrie avec la peinture, l'architecture et la photographie, avec un aperçu des instruments employés. C'est un simple coup d'œil jeté sur toutes ces questions, coup d'œil du reste très bien présenté et avec beaucoup de clarté dans l'exposition.

En résumé, ouvrage intéressant, d'une lecture attrayante, ce qui fait plus grand honneur au rédacteur de l'édition française, mais où la Photogrammétrie est traitée à un point de vue spécial et non dans sa généralité.

Lt-Colonel R. Bourgeois,
Chef de la Section de Géodésie
au Service géographique de l'Armée.

Ratel (C.), *Ingénieur des Arts et Manufactures, ancien directeur de Sociétés minières.* — **Préparation mécanique des Minerais.** — 1 *vol. in-8° de* 574 *pages, avec* 190 *figures et* 11 *planches.* (*Prix* : 22 *fr.* 50.) *Dunod et Pinat, éditeurs. Paris,* 1909.

La préparation mécanique d'un minerai consiste en une série d'opérations qu'on doit lui faire subir pour le rendre marchand, ou, en d'autres termes, vendable avec profit. Avant d'y avoir recours, il faut naturellement, comme le dit fort bien l'auteur, et comme on l'oublie souvent, mettre les bœufs devant la charrue, c'est-à-dire avoir sur le carreau des mines un cube déterminé de minerai d'une teneur moyenne probable, et, en prévision directe, un cube de minerai tracé, soit sectionné par des galeries de direction et des montages. C'est là une vérité que beaucoup de Sociétés de mines devraient graver dans leurs statuts : combien en connaissons-nous qui ont décidé l'installation de laveries, alors que les moyens d'investigation du cube vrai minéralisé et de ses qualités faisaient encore défaut. Dans le livre de M. Ratel, les considérations financières relatives au degré d'utilité de la préparation des minerais et des installations d'enrichissement sont fort judicieusement présentées, et le lecteur peut largement profiter de l'expérience de l'auteur. Nous ne ferons qu'une petite réserve au sujet des formules de vente de quelques minerais, celles pour le plomb et pour le zinc, qui ne nous paraissent refléter que de loin les conditions actuelles du marché. Quant à la représentation graphique de ces formules et des revients, M. Ratel les préconise avec raison. C'est un moyen de comparaison fort simple et très rapide.

L'auteur entre ensuite dans le cœur de son sujet : théorie de la préparation, broyage, classement par trommels, lavages, traitement électromagnétique, etc. Tous ces procédés et appareils sont fort bien décrits et avec beaucoup de détails. Nous avons été toutefois surpris de ne pas voir mentionner les tamis inclinés à vibration qui, en Sardaigne, ont presque partout remplacé les trommels avec avantage. En ce qui concerne les nouveaux procédés d'enrichissement par flottage, on aurait pu joindre au procédé Elmore ceux de Potter et de Delprat, appliqués aux minerais sulfurés mixtes de Broken Hill, ainsi que la méthode purement mécanique de Macquisten, employée aux Etats-Unis dans les usines Adélaïde.

Les considérations sur l'installation d'un atelier d'enrichissement et l'organisation de la comptabilité industrielle d'une laverie sont pleines de sens pratique et sont à suivre de tout point. L'ouvrage se termine par la comparaison de diverses laveries à charbon, au point de vue de la récupération des poussières.

Emile Demenge,
Ingénieur Civil.

2° Sciences physiques

Bouasse (H.), *Professeur à la Faculté des Sciences de Toulouse.* — **Cours de Physique,** *conforme aux programmes des Certificats et de l'Agrégation de Physique. Tome IV* : **Optique, Etude des instruments.** — 1 *vol. gr. in-8° de* 420 *pages.* (*Prix* : 13 *fr.*) *Ch. Delagrave, éditeur. Paris,* 1909.

Si l'Optique ondulatoire a fait perdre une partie de sa rigueur à l'ancienne conception du rayon lumineux, en montrant que ce rayon lumineux doit être envisagé seulement à titre de première approximation, il n'en est pas moins vrai que cette approximation reste, dans

bien des cas, suffisante pour permettre de pousser très loin l'étude des transformations d'un faisceau lumineux de section assez grande, à travers une série de milieux réfringents. Et cette approximation présente souvent assez de commodité et de clarté pour permettre d'apercevoir, immédiatement et presque d'instinct, des particularités qui seraient voilées par des apparences complexes, si on voulait chercher à les apercevoir à travers le mécanisme ondulatoire.

D'autre part, de nombreux travaux ont été entrepris depuis un certain nombre d'années avec le but pratique de perfectionner les microscopes, les lunettes, les objectifs photographiques, les appareils projecteurs, etc. C'est par une application constante des principes de l'Optique géométrique qu'ont été poursuivies ces études, et chacun sait l'importance des résultats obtenus et des progrès réalisés dans cet ordre de travaux.

C'est pourquoi M. Bouasse, en écrivant le tome IV de son *Cours de Physique*, qui est spécialement destiné à l'Optique, a consacré une part au moins aussi grande à l'Optique géométrique proprement dite qu'à l'Optique des vibrations lumineuses. On trouve dans cette partie du livre une étude détaillée des dioptres et systèmes centrés, suivie de développements très étendus sur les caustiques, les focales, les aberrations, etc. Un chapitre spécial est réservé aux phénomènes optiques du domaine de la Météorologie.

La seconde partie du volume expose les principes des méthodes photométriques et traite de l'émission de la lumière. Le lecteur trouvera des détails intéressants sur ce chapitre de la Physique, que les travaux des physiciens modernes ont beaucoup étendu et d'où sont sorties des conséquences pratiques importantes, telles que l'amélioration du rendement des sources lumineuses.

Enfin, la dernière partie du livre est consacrée aux vibrations lumineuses proprement dites. Les phénomènes d'interférence et de diffraction, le principe d'Huyghens et ses conséquences sont développés d'une manière très complète. Un dernier chapitre expose comment ces divers phénomènes interviennent dans le fonctionnement des instruments d'optique, et il résume les résultats les plus importants que l'application qui en est faite apporte à la construction et au mode d'emploi de ces instruments.

Le mode d'exposition, bien personnel, de l'auteur se retrouve dans ce volume comme dans les trois précédents. Il lui conserve le caractère d'originalité élevée que nous avons déjà signalé pour ceux-ci.

E. Colardeau,
Professeur de Physique au Collège Rollin.

Barral (E.), *Professeur agrégé à la Faculté de Médecine et de Pharmacie de Lyon.* — **Précis d'Analyse chimique biologique, pathologique et clinique.** — 1 *vol. in*-18 *de* VII-544 *pages, avec* 2 *planches en couleurs et* 160 *figures.* (*Prix* : 6 *fr.*) *J.-B. Baillière et fils, éditeurs. Paris,* 1909.

En publiant, l'an dernier, son *Précis d'Analyse chimique biologique générale* (voir cette *Revue*, t. XIX, p. 164, n° du 29 février 1908), M. E. Barral nous promettait un autre volume d'analyse spéciale, consacré aux applications directes de la Chimie biologique aux analyses pathologiques et cliniques. Le voici. Il passe en revue l'urine, le sang, divers liquides pathologiques, tels que les épanchements pleuraux, péricardiques et péritonéaux, les kystes de l'ovaire et du rein, le liquide céphalo-rachidien, etc., puis le lait, enfin les divers produits de la digestion.

Au lieu d'indiquer sans distinction un grand nombre de méthodes, bonnes ou mauvaises, l'auteur s'est astreint à n'en décrire qu'un petit nombre, qu'il s'est efforcé de choisir judicieusement parmi les plus dignes de confiance. Comme dans ses précédents ouvrages, M. E. Barral a adopté des caractères typographiques différents pour les méthodes de choix et pour les méthodes secondaires, d'un emploi moins fréquent ou d'une exécution plus délicate.

Au précédent volume de M. E. Barral, consacré à l'Analyse biologique générale, je m'étais vu forcé d'adresser deux critiques. D'abord, l'ouvrage ne dégageait pas l'impression de vigoureuse jeunesse qu'on eût souhaitée, ou, pour parler franc, semblait né vieux. Ensuite, la classification s'y agrémentait parfois d'un harmonieux désordre, qui, peut-être effet de l'art, ne pouvait, certes, être pour le lecteur garantie de science. Le volume d'aujourd'hui échappe en grande partie au premier reproche : beaucoup plus classique, plus familière à l'analyste, maintes fois traitée dans d'excellents ouvrages, sa matière est plus homogène et n'offre pas les regrettables lacunes de l'Analyse générale.

A vrai dire, on eût aimé voir dans cet ouvrage, portant la date de 1909, certaines méthodes récentes, comme, par exemple, la méthode si précieuse de dosage de l'ammoniaque urinaire en présence du formol, pratiquement instaurée par A.-D. Ronchèse en 1907; mais chacun sait combien il est difficile de tenir un livre à jour jusqu'à son apparition.

En revanche, il nous faut bien reconnaître que l'ordre dans les classifications laisse encore à désirer. C'est ainsi, par exemple, qu'énumérant les principaux composés organiques de l'urine (p. 23), M. Barral les range en trois groupes : 1° corps azotés; 2° corps ternaires; 3° corps aromatiques. Sans s'arrêter au principe même de cette division, le lecteur regrette de voir dans le premier groupe un enchevêtrement des bases puriques avec les bases guanidiques. Il s'étonne de trouver parmi les *corps ternaires* l'acide phosphoglycérique, qui renferme bien, je pense, un quatrième élément, et non des moins intéressants. Il est stupéfait, enfin, de voir les *corps aromatiques* expulser de leur sein l'acide benzoïque pour y accueillir, en revanche, le scatoxyle, que nul n'a jamais vu, et les dérivés *sulfonés* des phénols, dont molécule ne fut oncques signalée dans notre sécrétion rénale.

Peccadilles, dira-t-on, dont ne saurait s'émouvoir le chimiste averti! Peut-être; mais les maîtres de la Chimie n'ont pas besoin de ce livre, et, quant au débutant, il faut qu'il soit, non pas troublé, mais affermi dans ses connaissances méthodiques.

Tous ces petits défauts paraissent relever d'une même cause : la hâte avec laquelle l'auteur a dû compiler l'énorme matériel qui s'offrait à son labeur, et qui n'a pu, faute de temps, subir une assimilation complète. Voici le cinquième volume d'analyse que M. Barral livre au public depuis 1904; et, si l'on y joint ses ouvrages de Minéralogie pratique, on voit que l'auteur a dû, en six années, trouver dans ses fonctions officielles les loisirs nécessaires pour écrire la Chimie analytique tout entière, qualitative et quantitative, dans ce qu'elle a de plus délicat, depuis les minéraux des roches silicatées jusqu'aux protéides les plus complexes de la Biologie.

Nous ne sommes plus aux temps héroïques des Berzélius et des Dumas, où un seul cerveau, une seule plume suffisait à écrire un Traité « de omni re chimica », et l'on pouvait craindre de ne plus revoir cette époque. M. Barral a tenté vaillamment de la ressusciter, et sur le mode analytique, le plus difficile de tous, parce que le plus exigeant en précision. Nous devons le féliciter de sa belle ardeur, et lui souhaiter maintenant l'occasion — et la patience — de remettre sur le métier son ouvrage, afin d'en repolir les mille rugosités.

Dr L.-C. Maillard,
Professeur agrégé
à la Faculté de Médecine de Paris.

Righi (Aug.). — **La Materia radiante e i Raggi magnetici.** (La matière radiante et les rayons magnétiques.) — 1 *vol. in*-8° *de* 302 *pages, avec* 46 *figures et* 22 *reproductions photographiques.* (*Prix* : 8 *fr.*) *N. Zanichelli, éditeur. Bologne,* 1909.

3° Sciences naturelles

Granderye (L. M.), *Docteur de l'Université, Ingénieur chimiste, ancien Préparateur à l'Université de Nancy.* — **Détermination des Roches.** — 1 *vol. in-8°, de 172 pages, de l'Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire.* (*Prix* : 2 *fr.* 50.) *Gauthier-Villars et Masson, éditeurs. Paris*, 1909.

La lecture de cet ouvrage donne l'impression que l'auteur s'est servi pour sa rédaction de manuels français, allemands, anglais, qu'il n'a pas remarqué que les termes et les expressions pour désigner le même minéral, la même roche, le même phénomène, etc., ne sont pas toujours les mêmes, que les pétrographes français et étrangers ne sont pas d'accord pour définir les différents types des roches, etc. Aussi ce livre contient-il de nombreuses contradictions et plusieurs erreurs. Ainsi l'auteur croit que des synonymes français ou étrangers désignent des minéraux particuliers (amphigène et leucite, sphène et titanite, cordiérite et dichroïte, idocrase et vésuviane); il en est de même pour les roches. Par conséquent, cet ouvrage ne facilitera pas beaucoup la détermination des roches et pourra même, dans quelques cas, embarrasser le lecteur non prévenu.

P. Gaubert,
Assistant de Minéralogie
au Muséum d'Histoire naturelle.

Doncieux (Louis). — *Docteur ès Sciences, Préparateur à l'Université de Lyon*, avec la collaboration de M. Leriche (Maurice), *Maître de Conférences de Géologie à la Faculté des Sciences de Lille.* — **Catalogue descriptif des fossiles nummulitiques de l'Aude et de l'Hérault**, 2e *partie* (*fascicule I*) : **Corbières septentrionales.** — *Ann. de l'Université de Lyon.* — 1 *vol. gr. in-8°, de 250 pages, 13 planches.* (*Prix* : 7 *fr.* 50.) *Baillière et fils, éditeurs. Paris*, 1909.

Les analyses bibliographiques de cette *Revue* sont généralement réservées à l'exposé d'idées nouvelles, et le compte rendu d'une œuvre d'érudition, si excellente soit-elle, doit nécessairement être ici très bref.

La riche faune de Mollusques fossiles de l'Eocène inférieur ou moyen du Languedoc n'avait fait l'objet d'aucun travail important depuis la publication d'un Mémoire de Leymerie en 1846, quand M. Doncieux entreprit, en 1905, la publication de ce *Catalogue descriptif*[1]. Il avait découvert, au cours de ses explorations géologiques, de très importantes séries de fossiles en bon état de conservation; le soin avec lequel il les décrit et les figure maintenant facilitera certainement beaucoup les travaux d'ensemble ultérieurs des géologues et des paléontologistes. Les deux premiers fascicules de son *Catalogue* sont purement descriptifs, fort consciencieux d'ailleurs, et témoignant des qualités d'analyse de l'auteur, mais on y chercherait en vain quelque conclusion générale; il faut souhaiter qu'une troisième partie nous montre bientôt la mise en œuvre de ces matériaux. Le second fascicule, récemment publié, traite surtout des Gastéropodes recueillis dans l'Eocène au sud de l'Aude ; il débute par un chapitre où M. Maurice Leriche étudie les rares fragments de Poissons ou de Reptiles trouvés jusqu'à présent dans la même région.

Armand Thevenin,
Assistant
au Muséum d'Histoire naturelle.

[1] Doncieux (L.). Catalogue descriptif des fossiles nummulitiques de l'Aude et de l'Hérault. Première partie. *Annales de l'Univers. de Lyon. Nouv. Série, fasc. 17, 1905.*

Cette première partie est précédée d'une introduction stratigraphique sur les terrains nummulitiques de la Montagne Noire et du Minervois; elle est particulièrement intéressante parce qu'elle renferme l'étude critique d'une bonne partie des Mollusques décrits autrefois par Leymerie.

4° Sciences médicales

Wickham (Dr Louis), *Médecin de Saint-Lazare, ancien Chef de Clinique dermatologique de la Faculté de Paris*, et **Degrais** (Dr), *Chef de Laboratoire à l'Hôpital Saint-Louis.* — **Radiumthérapie**, *avec Préface de* M. le Professeur Fournier. — 1 *vol. in-8° de 350 pages, avec 20 planches et 72 figures.* (*Prix* : 18 *fr.*) *J.-B. Baillière et fils, éditeurs. Paris*, 1909.

La découverte des Curie (1900) fut capitale en Science. Elle étonna par la possibilité, très vite entrevue, de son rôle en Thérapeutique. La Radiumthérapie tient ses précieuses promesses, et la réalisation en est maintenant enregistrée et commentée dans le premier livre étendu qui lui ait été consacré. Ce livre, MM. Wickham et Degrais le présentent aujourd'hui au public avec une modestie vraiment scientifique.

Après que Becquerel (1901) et Curie eurent éprouvé sur eux-mêmes l'action irritative du Radium, et que M. Danlos en eut commencé les premières applications thérapeutiques, M. Wickham (1905) entreprit l'étude du Radium en Dermatologie. Ses essais eurent pour résultat la création du Laboratoire biologique du Radium (1906). A peine en possession d'appareils qui déjà étaient perfectionnés, M. Wickham s'appliqua à régler l'action de leur pouvoir radio-actif. Il pensa utiliser diverses propriétés inattendues du Radium, telles, par exemple, que celles qui résultent de sa puissance d'induction. Le Radium communique à distance à certaines substances sa radio-activité ; il les induit, en quelque sorte, comme un courant traversant une bobine donne naissance à un courant induit dans une autre bobine sans relation directe avec une source d'électricité. Mais M. Wickham fixa surtout son attention sur la mesure de la radio-activité, ce qui devait le conduire à un emploi méthodique du Radium, débarrassé de tout empirisme. Pratiquement, en effet, les radiations émanées du Radium n'arrivent sur la région malade qu'après avoir traversé les parois d'un récipient ou la substance dans laquelle le Radium est incorporé. On ne peut donc disposer des rayons qu'après leur émission hors de l'appareil. Ce n'est point l'activité même du sel de radium, mais celle du *rayon extérieur utilisable* qu'il importe de connaître. Cette considération conduisit M. Wickham à chercher à modifier l'action des rayons par l'interposition d'écrans *à filtrer* en quelque sorte les radiations. Cette filtration s'obtient au moyen de feuilles d'ouate ou de lames d'aluminium.

Le maniement rationnel des émissions radio-actives ne provoque ni inflammation superficielle, ni irritation sur les tissus qui y sont exposés. Sans déterminer une révulsion de surface, on obtient une sédation remarquable des douleurs superficielles. Les tissus néoplasiques résistent plus facilement que les tissus sains à l'action destructive du Radium. Un grand nombre de tissus néoplasiques sont susceptibles d'être influencés par le Radium. Les auteurs citent maints cas de guérison d'épithéliomes cutanés, de papillomes, de chéloïdes, de variétés de tuberculose de la peau, de nævi vasculaires, d'ulcérations diverses.

Une solution aqueuse au millionième de bromure ou de sulfate de radium, injectée dans les tissus, manifeste son pouvoir radio-actif. Le Radium enfermé dans des appareils ne semble pas bactéricide : mais il n'en est plus de même si, à une culture microbienne, on ajoute de l'eau radifère. Cela tient sans doute à l'émission directe de corpuscules α.

Dans une première partie de l'ouvrage, les auteurs ont traité de la partie physique. Ils rappellent la découverte de la radio-activité, par Becquerel (1896), sur l'uranium. Ils mentionnent les corps radio-actifs actuellement connus : le thorium (Mme Curie et Schmidt, 1898), le radium et le polonium (les Curie, 1900), l'actinium (Debierne, 1900), le radio-thorium (Ramsay et Hahn, 1904). Ils indiquent les minerais contenant le Radium, les modes d'extraction de ses sels et la mesure de la

radio-activité par l'ionisation. Ils étudient ensuite les propriétés du Radium : dégagement de chaleur et de lumière, coloration d'ordinaire passagère de certains corps, impression des plaques photographiques. Le Radium rend l'air conducteur d'électricité par ionisation, en dissociant ses particules, d'où la décharge plus ou moins rapide d'un électroscope sous son influence. C'est là le principe de la mesure de la radio-activité d'un sel de radium. Certaines substances exposées au Radium redeviennent phosphorescentes, même avec l'interposition d'un corps opaque. Les radiations traversent donc les corps avec une facilité variable. L'aluminium, le mica, certains vernis sont particulièrement perméables.

L'énergie du Radium provient de sa désintégration constante. Celle-ci produit un gaz, « l'émanation », et des rayons invisibles de trois ordres : les rayons α, formés d'atomes très ténus, animés d'une vitesse de translation moindre que celle de la lumière, faiblement déviés par l'aimant et peu pénétrants; — les rayons β, particules mi-éthérées, animés d'une vitesse égale à celle de la lumière (deux à trois cent mille kilomètres à la seconde) et, suivant leur pénétration plus ou moins grande, qualifiés de durs ou mous; — les rayons γ, d'une inconcevable ténuité, d'une vitesse égale aux précédents, et d'une extrême pénétration. L'émanation, gaz radio-actif, a le pouvoir d'induction. Cette induction est plus ou moins stable : elle se perd par le temps. C'est elle qui charge de radio-activité les eaux minérales. A l'inverse du Radium, dont l'activité, abolie temporairement par la chaleur, se reforme sans cesse, les substances radio-actives par induction ne récupèrent plus spontanément leur puissance.

Dans la seconde partie, MM. Wickham et Degrais exposent l'instrumentation employée en Thérapeutique. L'émanation capable d'induire la radio-activité dans certaines substances peut être fixée temporairement sur des véhicules divers : eau, vaseline, lanoline, glycérine, etc. Les rayons émanent d'appareils dont la forme peut être variée selon les besoins de l'application locale : tubes de verre contenant le sel et recouverts d'un tube d'or ou d'argent; sels collés sur une armature métallique et recouverts d'un vernis; toiles recouvertes d'un vernis radifère, etc.

La technique de l'application est décrite avec un soin tout particulier. Et c'est là un des chapitres les plus intéressants et les plus personnels de l'ouvrage. La durée et le nombre des applications successives sont régies par le principe suivant : L'action sur les tissus dépend de la quantité *totale* des rayons absorbés. Un appareil très faible, longtemps appliqué, fera une révulsion qu'un appareil d'une extrême puissance ne produira pas si le temps d'application en est réduit. L'intensité d'action est donc proportionnelle à la durée de contact des appareils. Les grandes énergies sont utilement réservées à des applications rapides sur les divers points d'une grande surface. Par le fractionnement et l'espacement des applications, on obtient des effets différents. Les auteurs ont imaginé un procédé qu'ils dénomment « le feu croisé ». Il consiste à poser deux appareils vis-à-vis l'un de l'autre, et à les transférer parallèlement en divers points de la tumeur à traiter.

L'appareil s'applique soit directement sur la peau, le vernis qui le recouvre servant seul d'écran, soit à une petite distance (5 centimètres), la colonne d'air faisant écran. Entre l'appareil et la peau, on peut interposer des écrans solides plus ou moins épais. C'est ici qu'apparaît la question du *filtrage*, que M. Wickham employa rationnellement dès mars 1905. Le filtrage est « l'interposition, *voulue* et dans un but thérapeutique, d'un écran entre l'appareil et les tissus ». Il se fait au moyen de feuilles d'aluminium, de coussins d'ouate et de baudruche ou de lames de plomb, qui, suivant leur épaisseur, arrêtent une partie des rayons β, ou tous les rayons β et ne laissent passer que les rayons γ.

Les appareils se placent soit au contact de la peau, soit à l'intérieur des tumeurs, fistules ou cavités. Des dispositifs différents sont utilisables suivant les cas. Tout un chapitre, très important, est consacré à la mesure et au dosage des radio-activités utilisables. La puissance des appareils est variable. Nouvellement construits, leur pouvoir émissif est faible. Mais progressivement leur force s'accroît, et, au bout de trois mois, ils sont à l'état de « maturité » et d'un rendement suffisamment stable. Les grains de radium, vus au travers du vernis, ont passé du jaune au brun foncé.

Signalons le détail précis dans lequel sont exposés les procédés employés à l'analyse quantitative et qualitative des rayonnements.

Que vont faire ces rayonnements sur les tissus? C'est l'objet de la troisième partie du livre. Outre une action destructive, qui est loin d'être toujours défavorable, le Radium exerce une action *élective* sur certains tissus pathologiques, qui, sans phase inflammatoire, se modifient et entrent en régression. Ce fait est surtout accentué dans certaines néoplasies cancéreuses. En nombre de cas, des douleurs rebelles ont cédé aux applications, sans que le Radium ait provoqué la moindre réaction tégumentaire. Quand des réactions inflammatoires se sont produites, les tissus détruits ont été remplacés par des tissus de restitution, dont la surface souvent est souple, lisse et unie. Quelquefois, cependant, on observe une légère dépression, l'apparition de petites télangiectasies ou de pigmentations.

L'exposé des résultats thérapeutiques tient la plus grande partie du livre de MM. Wickham et Degrais. C'est, avec planches coloriées à l'appui, la démonstration des guérisons obtenues par le Radium dans les cas les plus variés : épithéliomes cutanés bourgeonnants, ulcérés ou non; cancroïdes divers; papillomes, etc. Le traitement de 59 cas de ces productions n'a donné que 3 insuccès.

Des néoplasies malignes graves, cancers de la face, infiltrations ganglionnaires, néoplasmes du sein, cancers de la langue, des lèvres, etc., ont présenté des régressions remarquables.

Les chéloïdes et cicatrices vicieuses sont influencées d'une manière suprenante par le Radium, surtout quand elles sont récentes ou siègent sur des enfants.

Les angiomes, nævi vasculaires superficiels ou profondément infiltrés, plans ou mamelonnés, les tumeurs érectiles en nappes ou saillantes fournissent à la Radiumthérapie ses plus remarquables résultats. Le Radium a une véritable action élective sur les angiomes. Le procédé est indolore. De même, dans les nævi pigmentaires et pilaires, on obtient une dépilation en même temps qu'une décoloration. Des planches coloriées et de nombreuses photographies illustrent la relation de ces différents cas.

L'action favorable du Radium se manifeste encore sur certaines tuberculoses cutanées, sur les dermatites prurigineuses et eczémateuses, et particulièrement sur diverses catégories de névrites et de névralgies (sciatique, intercostale, etc.), et sur les douleurs si tenaces consécutives au zona. Les derniers chapitres sont consacrés aux essais des applications de la Radiumthérapie à la cure des affections internes.

Tel est le compte rendu, trop succinct malgré sa longueur, de ce livre, dont l'intérêt est majeur. La modestie des auteurs nous a privés, au cours de cet ouvrage, d'un chapitre général sur l'histoire de la Radiumthérapie. La place qu'ils y occuperaient est trop grande pour que nous ne relevions pas ce fait. Indépendamment des notions nouvelles et originales que ce volume contient en abondance, il offre la particularité d'être le premier livre qui ait paru aussi complet sur cette question. MM. Wickham et Degrais peuvent à bon droit s'enorgueillir de leur œuvre. Le lecteur leur saura gré de la lui avoir donnée si riche en applications utiles. Il marquera encore quelque fierté, au moment où la Radiumthérapie prend son essor par le monde, à considérer qu'elle dérive d'une découverte française, dont l'étude fut sans cesse poursuivie et approfondie par des savants français. Dr A. Létienne.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 28 *Juin* 1909.

M. le Secrétaire perpétuel annonce la mort de M. R. **Bergh**, Correspondant pour la Section d'Anatomie et Zoologie.

1° Sciences mathématiques. — M. **Em. Picard** présente la suite de ses recherches sur les équations intégrales de première espèce. — M. **A. Chatelet** : Sur une extension de la théorie des fractions continues. — M. **R. de Montessus** présente ses recherches sur le calcul des racines des équations numériques. — M. **J. Guillaume** adresse ses observations de la comète 1909 *a*, faites à l'équatorial coudé de l'Observatoire de Lyon. — M. **J. Bosler** montre que la comète d'Encke paraît avoir une variation d'éclat synchrone de la période undécennale des taches solaires. — MM. **H. Buisson** et **Ch. Fabry** ont comparé les spectres du centre et du bord du Soleil. Pour la plupart des raies, on trouve en passant du centre au bord du disque : 1° un déplacement vers le rouge de 0,005 angström; 2° un élargissement de 0,010 angström. — M. **P. Puiseux** estime que les teintes de la surface de la Lune, à cause de leurs variations, ne sauraient appartenir à un manteau glaciaire général, non plus qu'à un revêtement uniforme de poussière météorique. — M. **D. Eginitis** signale l'enregistrement, aux sismographes d'Athènes, d'Egion et de Zante, du tremblement de terre du golfe de Corinthe du 30 mai. Le foyer de ce séisme se trouve au nord-ouest d'Egion.

2° Sciences physiques. — Mlle **Blanquies** a tracé les courbes d'ionisation de l'air en fonction de la distance, produites par les rayons α émanant de différentes substances radio-actives. Les courbes du radium C et du polonium sont identiques, tandis que celle de l'actinium B est tout entière au-dessus des deux autres. — M. **N. Moulin** a vérifié le fait que les ions produits dans les gaz par les particules α sont localisés le long des trajectoires de ces particules et qu'un champ électrique normal aux trajectoires tend à disperser les ions et à empêcher leur recombinaison beaucoup plus qu'un champ électrique parallèle. — M. **C. Tissot** indique que le détecteur d'ondes à pyrite de fer décrit récemment par M. Petit rentre dans la catégorie des détecteurs thermo-électriques qu'il a signalés il y a un an. — M. **Loutchinsky** a constaté que, dans le plomb cristallisé par fusion, le coefficient d'aimantation spécifique est dix fois plus grand environ que pour le plomb déformé mécaniquement. — M. **Ed. Bauer** a mesuré la température de la flamme oxhydrique en déterminant l'émission et l'absorption de cette flamme pour les rayons restants de la fluorine et pour la raie D du sodium. Il trouve des valeurs voisines de 2.240° C. — M. **G. D. Hinrichs** décrit une méthode pratique de calcul simultané des poids atomiques et en donne les résultats généraux. — M. **Ed. Bonjean** a constaté la formation de composés oxygénés de l'azote et de leurs combinaisons métalliques (fer et plomb) dans les grandes installations de production de l'ozone pour la stérilisation des eaux. — MM. **H. Le Chatelier** et **Wologdine** montrent qu'il n'existe actuellement aucune preuve expérimentale de l'existence de plusieurs variétés du carbone ordinaire, dit amorphe. Il n'y a probablement qu'une seule variété de ce carbone, de densité voisine de 1,8; les densités inférieures résultant de la présence d'inclusions gazeuses. — M. **G. Charpy** a reconnu que le carbone provenant de la décomposition du carbure de fer produit à des températures variant de 700 à 1100° et sous des pressions allant jusqu'à 15.000 atmosphères, se sépare à l'état de graphite. — M. **de Forcrand** a constaté que le carbonate de potassium hydraté à $1,5H^2O$ n'est pas un déshydratant, et qu'il faut employer le sel anhydre (avec certaines précautions) pour déshydrater. L'existence d'hydrates à 3 ou 4 H^2O, formés à basse température, est possible. — M. **H. Gaudechon** a obtenu, par action de AzH^4OH sur une solution chaude de $HgBr^2$ et lavage à l'eau chaude, un précipité jaune de $(AzHg^2Br)^4HgBr^2$, d'où l'on peut isoler le bromure de dimercuriammonium $AzHg^2Br$. — M. **W. Oechsner de Coninck** a obtenu le chlorure d'uranyle UO^2Cl^2 par double décomposition quantitative entre le sulfate uranique et $BaCl^2$. — MM. **P. Sabatier** et **A. Mailhe** ont étudié la décomposition catalytique de l'alcool méthylique par les oxydes métalliques; l'alumine, la thorine, TiO^2 donnent de l'oxyde de méthyle et de l'eau; les oxydes de Mo, Pb, Cd, Fe, Va, Sn donnent CO et H^2. — MM. **E. E. Blaise** et **A. Kohler** ont préparé les acides-alcools par réduction des acides cétoniques correspondants; à partir de la position ξ, ces acides ne se lactonisent plus. — M. **Ch. Tanret** a reconnu que l'amidon soluble préparé à chaud est un mélange de corps qui diffèrent les uns des autres par leur pouvoir rotatoire, leur action réductrice sur la liqueur de Fehling, leur coloration par l'iode et leur solubilité dans l'alcool à divers titres. — M. **E. Fourneau** a retiré de l'écorce du *Pseudocinchona africana* un nouvel alcaloïde cristallisé, fortement lévogyre, de formule $C^{21}H^{26}Az^2O^3$. — M. **I. Szreter** montre que l'oxyhémoglobine de première cristallisation conserve, provenant des globules rouges, des substances catalysantes pour H^2O^2. — M. **M. Piettre** a reconnu que les acides cholaliques biliaires sont différents, non seulement par le fait qu'ils sont unis à des acides aminés différents (glycocolle, taurine), mais encore en eux-mêmes. Seul l'acide taurocholalique donne un produit de réduction cristallisé; sa formule est $C^{24}H^{42}O^5$.

3° Sciences naturelles. — M. **J. de La Riboisière** a constaté que ce sont les Oiseaux carnivores qui ont le moins de foie et les Oiseaux à régime insectivore et piscivore qui en ont le plus; les Oiseaux granivores sont intermédiaires. — M. **R. Dubois**, à propos d'une note de M. Devaux, rappelle qu'il a annoncé il y a longtemps que, pendant le sommeil hibernal, la lymphe s'accumule dans le péritoine chez les marmottes. — Mme **M. Phisalix** montre que le sang et le venin des serpents mélangés à la salamandrine préviennent la convulsion due à cette dernière chez les serpents et chez les cobayes. Il y a antagonisme physiologique et non neutralisation chimique. — M. **E. L. Bouvier** a reconnu que les Atyidés sont issus des Acanthéphyridés et que les représentants de cette dernière famille, abyssaux à l'heure actuelle, ont eu jadis des formes littorales qui se sont adaptées à la vie dans les eaux douces. — M. **Aug. Michel** a constaté que, pour tous les fragments de Syllidiens ayant continué à vivre, la réparation antérieure est toujours suivie de la régénération de la tête, de même que la production d'une queue est la règle pour la réparation postérieure. — MM. **R. Perrier** et **H. Fischer**, par l'étude des connexions du cœur et de la branchie chez les Bulléens, confirment le fait que l'Actéon est la forme primitive du groupe des Tectibranches, lequel se rattache aux formes archaïques des Prosobranches. — M. **Ch. Pérez** a étudié la métamorphose des muscles splanchniques chez les Muscides : la partie myoplasmique, la plus différenciée, seule disparaît par phagocytose; la partie

sarcoplasmique nucléée persiste et régénère des éléments contractiles. — M. **A. Gautier** a analysé les gaz des fumerolles du Vésuve après l'éruption de 1906. Ils renferment surtout CO^2,O et Az avec un peu de CO,H; il n'y a pas trace de gaz sulfurés. — MM. **A. Michel-Levy** et **A. Lacroix** ont étudié une roche mise à jour par les travaux du funiculaire de la Bourboule : c'est un trachite quartzifère à arfvedsonite (bostonite), type nouveau pour la France centrale. — M. **A. Lacroix** a examiné des baguettes de cristal de roche taillé que les femmes du Haut-Oubanghi portent implantées dans la lèvre inférieure. Elles sont polies sur des dalles quartzeuses qui offrent la plus grande analogie avec les polissoirs néolithiques. — M. **G. Eisenmenger** a reconnu que le Loch Lomond et le Loch Tay, en Ecosse, présentent les traces les plus manifestes d'un intense surcreusement glaciaire. — M. **E.-A. Martel** signale la présence de gouffres dans deux lapiaz des Pyrénées et du sud de l'Espagne : c'est une nouvelle preuve de l'origine torrentielle mécanique des lapiaz.

Séance du 5 Juillet 1909.

M. **J. C. Kapteyn** est élu Correspondant de l'Académie pour la Section d'Astronomie.

1° Sciences mathématiques. — M. **M. Riesz** présente ses recherches sur la sommation des séries de Dirichlet. — M. **B. Gambier** signale une équation du 3e ordre et du 2e degré dont l'intégrale générale et l'intégrale singulière sont respectivement les racines Pèmes et Qèmes de fonctions à points critiques fixes, P et Q étant des entiers aussi grands qu'on veut. — M. **R. Garnier** communique quelques observations sur les équations différentielles linéaires et les transcendantes uniformes du second ordre. — M. **A. Korn** étudie quelques inégalités jouant un rôle dans la théorie des vibrations élastiques et des vibrations électriques. — M. **J. Guillaume** a observé un certain nombre d'occultations d'étoiles, à l'équatorial Brunner de l'Observatoire de Lyon, pendant l'éclipse de Lune du 3 juin. — M. **A. Angot** annonce que le tremblement de terre du 11 juin a été ressenti dans dix-sept départements du Sud-Est et dans quelques îlots isolés (Dordogne, Landes); un autre séisme local a été ressenti le 23 juin en Vendée.

2° Sciences physiques. — MM. **B. Brunhes** et **P. David** ont constaté une grosse différence de potentiel normale entre le sommet et le pied du Puy-de-Dôme. Les orages magnétiques créent des différences de potentiel occasionnelles variables le long d'une ligne télégraphique suivant ce parcours. — M. **de Beauchamp** a réussi à empêcher les orages et la grêle à Saint-Julien-l'Ars en faisant établir un conducteur métallique entre le sommet du clocher et la nappe aquifère. — M. **A. Chassy** montre que la conductibilité électrique de l'hydrogène croît d'une façon continue avec la tension; ce n'est que pour les fortes tensions, bien supérieures à la tension critique, que la capacité du condensateur à gaz est la même que celle que l'on obtient en remplaçant le gaz par un liquide conducteur. — M. **A. Quidor** montre que le relief relatif des objets vus avec une jumelle est divisé par la racine carrée du grossissement, tandis qu'avec un téléstéréoscope il est multiplié par la racine carrée du rapport de la base visuelle de l'instrument à celle de l'observateur. — MM. **E. Henriot** et **G. Vavon** ont reconnu que la radio-activité du potassium est bien due à cet élément et non à une impureté; elle est formée par des rayons β. — MM. **P. Th. Muller** et **M. Thouvenot** ont décelé, à l'aide des mesures de pouvoir rotatoire magnétique, des changements tautomériques dans le cyanacétate et l'acétylacétate de méthyle et leurs sels sodiques dissous dans l'alcool méthylique et éthylique. — MM. **A. Besson** et **L. Fournier**, en soumettant à l'effluve un mélange de H sec et de vapeurs de $SiCl^4$, ont obtenu la série des chlorures de silicium saturés Si^nCl^{2n+2}. — M. **G. Urbain** décrit une nouvelle méthode d'isolement de la terbine par cristallisation fractionnée des nitrates de terres rares après addition d'une grande quantité de nitrate de bismuth. — MM. **M. Delépine** et **P. Bonnet** ont pratiqué l'oxydation des aldéhydes avec de bons rendements en acides en ajoutant à la solution du nitrate d'argent, puis de la soude ou de la baryte diluée. — MM. **A. Haller** et **Ed. Bauer** ont constaté que, quel que soit le poids moléculaire des radicaux alcoylés dans les trialcoylacétophénones, le dédoublement de ces dernières sous l'influence de l'amidure de sodium se fait toujours en benzène et acides trialcoylacétiques. — MM. **L. Hugounenq** et **A. Morel** ont poursuivi l'étude de l'hydrolyse fluorhydrique des matières protéiques. L'acide concentré donne surtout ou même exclusivement des peptides. — M. **G. Tanret** a isolé de l'asperge deux nouveaux hydrates de carbone : l'asparagose $(C^6H^{10}O^5)^n$. H^2O, F. 198°-200°, lévogyre, donnant par hydrolyse du lévulose et du glucose, et le pseudo-asparagose, $[\alpha]_D = 30°,3$, donnant les mêmes produits par hydrolyse. — M. **G. André** a constaté que la teneur des feuilles en acide phosphorique subit une diminution marquée correspondant à l'époque de la migration de l'azote vers les organes floraux; la teneur en matières salines reste assez uniforme. — M. **J. Apsit** et **Ed. Gain** ont reconnu que les grains de blé tués par l'éther sulfurique conservent leurs propriétés amylasique et peroxydiastasique.

3° Sciences naturelles. — M. **A. Lécaillon** a reconnu la présence de sphères attractives et de centrosomes dans les cellules issues de la segmentation parthénogénétique de l'œuf de la poule. — M. **L. Papin** décrit la structure de l'amygdale pharyngienne des Crocodiliens. — M. **F. Kovessi** montre que les poils spéciaux de certaines plantes, décrits par MM. Jamieson, Zemplen et Roth, ne jouent aucun rôle dans l'utilisation de l'azote de l'air. — M. **P. Seyot** a observé que la greffe a une influence marquée sur les caractères des pépins du Tannat greffés dans la région landaise. — M. **Ed. Griffon** établit qu'un certain nombre de formes bactériennes fluorescentes, pathogènes pour les plantes, ne sont que des variétés des *B. fluorescens liquefaciens* et *putridus* de Flugge. — M. **P. Termier** déduit de ses recherches géologiques que la Corse appartient à l'Apennin et que l'île d'Elbe n'est plus, entre les nappes corses et les nappes apennines, qu'un trait d'union. — M. **E. Romer** estime que la morphologie des deux zones alpines suisses exige l'hypothèse de plusieurs mouvements épirogéniques, auxquels l'ensemble des Alpes a pris part. Le mouvement de soulevement a été dans la suite remplacé par un mouvement d'affaissement. — M. **A. Viré** donne des renseignements sur le travail de désobstruction des grottes de Lacave (Lot) qui a mis à jour une série de galeries nouvelles. — M. **G. Garde** a étudié les principaux gisements de roches alcalines du Soudan français (Mounia, Gamedou, Zinder, Hadjer el Hamis). — M. **J. de Schokalsky** signale l'existence, depuis plusieurs années, d'une crue des lacs et des rivières de l'Asie centrale russe, en relation avec une augmentation des précipitations atmosphériques.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 22 Juin 1909.

M. **E. Boinet** a constaté que la dysenterie des climats tempérés, c'est-à-dire la dysenterie bacillaire, épidémique ou non, détermine l'abcès du foie nostras, qui peut présenter les mêmes modalités que les abcès des pays chauds, d'origine dysentérique amibienne. L'abcès dysentérique nostras est parfois d'un diagnostic difficile; il existe sous deux formes principales: l'abcès unique, bien enkysté, assez facilement curable après une opération large et hâtive; l'hépatite aiguë suppurée, assez diffuse et destructive, d'un pronostic plus sérieux. — M. le Dr **Lowenthal** lit un travail sur l'état sanitaire des armées françaises (de l'intérieur) et allemande de 1902 à 1906.

Séance du 29 Juin 1909.

M. **Capitan** est élu membre associé libre de l'Académie.

M. **F. Widal** présente un Rapport sur un travail de M. **S. de Poggenpohl** relatif au pouvoir antitryptique. L'auteur a reconnu que l'augmentation du pouvoir antitryptique du sérum est la règle dans le cancer et la pneumonie lobaire et qu'on peut l'observer, par exception, dans la fièvre typhoïde, la tuberculose et les néphrites. La réaction antitryptique présenterait une grande valeur pour le diagnostic des deux premières affections.

Séance du 6 Juillet 1909.

MM. **Lacassagne** et **Queirel** sont élus associés nationaux de l'Académie.

M. **Gilbert** présente un Rapport sur un travail de MM. **Billard** et **Ferreyrolles**, qui ont constaté que les injections hypodermiques d'eaux de la Bourboule sont parfaitement tolérées et constituent une excellente méthode d'administration de l'arsenic. — MM. **Kelsch**, **Teissier** et **Camus** ont fait une série d'expériences, négatives, sur la transformation de la variole en vaccine. Malgré tout, ils inclinent à penser que les deux maladies dérivent l'une de l'autre ou d'une souche commune. La transformation ne réussit que rarement et l'on ignore dans quelles conditions elle s'effectue. — M. **A. Chauffard** signale un nouveau signe, celui du flot transthoracique ou transabdominothoracique, caractéristique des kystes hydatiques de la convexité du foie. — M. **Piot-Bey** a reconnu que l'isolement individuel des animaux contaminés est bien supérieur à la sérothérapie dans la prophylaxie de la peste bovine. — M. **H. Lagrange** préconise, après les opérations d'énucléation, la greffe d'un œil de lapin ou de chien dans la capsule de Tenon; celui-ci constitue un moignon mobile, volumineux et vivant, capable de porter d'une manière définitive la pièce artificielle destinée à la prothèse. Cette opération lui a donné d'excellents résultats.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 26 Juin 1909.

M. **T. Yamanouchi** a constaté que le filtrat des cultures en bouillon des bacilles typhiques et paratyphiques est très toxique; il est neutralisé par le sérum anti-endotoxique de Besredka. — M. **F. Guéguen** a déterminé une Mucédinée isolée d'une nodosité juxta-articulaire; c'est un *Aspergillus* nouveau, en voie d'évolution, que l'auteur nomme *A. Fontoynonti*. — M. **A. Lécaillon** montre qu'il n'y a pas de différences dans les caractères de la segmentation qui se produit dans les œufs non fécondés de la poule, que ceux-ci proviennent de poules ne s'étant jamais accouplées ou de poules séparées du coq depuis longtemps. — M. **Ch. Dopter** a reconnu que la réaction de Kraus seule ne saurait servir de critérium pour établir un diagnostic différentiel entre les méningocoques et les pseudo-méningocoques; les précipitines de ces derniers sont des co-précipitines. — Mlle **L. Chevroton** et M. **F. Vles** ont examiné la striation musculaire en lumière ultraviolette; ils considèrent comme réelle l'existence des deux ordres de stries Z et Q. — MM. **E. Wertheimer** et **G. Battez** montrent que l'atropine n'empêche pas la glycosurie de se manifester après la piqûre du bulbe; elle n'est donc pas due à l'excitation de nerfs glyco-sécréteurs, qui sont paralysés par l'atropine. — M. **A. Weber** a étudié au point de vue morphologique la sarcosporidie du Gecko (*Sarcocystis platydactyli*). — MM. **A. Weber** et **M. Beguet** ont suivi l'évolution du noyau dans un sarcome globo-cellulaire du tissu conjonctif. Le nucléole est expulsé du noyau dans le cytoplasme et devient acidophile. — M. **C. Viguier** a étudié la structure du corps thyroïde du Gecko; il y a trouvé des vésicules épithéliales et des vaisseaux ou espaces lymphatiques. — MM. **Chevalier** et **Clerc** ont constaté que la toxine diphtérique agit comme un paralysant de la fibre cardiaque du lapin. — MM. **H. Roger** et **M. Garnier** ont reconnu que l'invertine intestinale peut être attirée par le saccharose dans la cavité péritonéale; elle y dédouble ce sucre et permet à l'organisme d'en utiliser une partie. — M. **L. Tanon** a constaté la présence de cellules à granulations métachromatiques dans la pulpe vaccinale. Ces granulations sont susceptibles de s'accroître et leur abondance paraît être en relation avec l'activité du vaccin. — M. **Girard-Mangin** a observé que les tumeurs ulcérées ont une toxicité particulière qu'on ne peut attribuer aux cellules cancéreuses; les poisons cancéreux sont hypotenseurs et hypothermiques. — M. **S. Marbé** a reconnu que la phagocytose est plus active chez les animaux hyperthyroïdés et moins active chez les animaux éthyroïdés que chez les témoins. Chez les premiers, ce sont les grands mononucléaires qui agissent; chez les seconds, les polynucléaires. — MM. **Aug. Lelièvre** et **Ed. Retterer** ont étudié les différences de structure des muscles rouges et blancs du lapin; elles tiennent à la différence du travail qu'ils accomplissent et de la nutrition plus ou moins énergique qui en est la conséquence. — MM. **C. Levaditi** et **Raijchman** montrent que le sensibilisinogène est absorbé par le stroma des éléments cellulaires des organismes capables d'être anaphylactisés. — MM. **M. Parvu** et **Ch. Laubry** ont constaté que, dans les anémies pernicieuses, l'indice opsonique est notablement abaissé, et cela parallèlement à la valeur phagocytaire. — M. **F. W. Werbitzky** cite des expériences d'après lesquelles l'empoisonnement par la peptone de Witte et l'anaphylaxie chez le cobaye sont deux phénomènes indépendants et différents; l'anaphylaxie est spécifique chez le cobaye. — M. **R. Laufer** a déterminé pour plusieurs sujets les courbes de contraction statique ou d'endurance; l'endurance n'est pas en raison directe de la force vive. — MM. **W. Mestrezat** et **E. Gaujoux** ont fait l'analyse du liquide céphalo-rachidien dans la méningite tuberculeuse. L'albumine est en proportion forte; le sucre et les chlorures présentent un taux bas. — MM. **Ch. Aubertin** et **E. Bordet** ont observé qu'il se produit, sous l'action des rayons X, une véritable métaplasie du tissu thymique en tissu conjonctif indifférencié, qui évolue ensuite en tissu fibreux. — MM. **H. Labbé**, **G. Vitry** et **M. Touyéras** indiquent un procédé de calcul de l'indosé organique urinaire, qui est égal à l'extrait organique total moins le double de l'azote total. — M. **P. Chaussé** a constaté que la réceptivité du chat pour le virus bovin tuberculeux, donné par les voies digestives, est réelle, mais que cette méthode d'infection échoue souvent chez de jeunes sujets. — MM. **R. Lépine** et **Boulud** montrent que jamais le sang veineux ne contient plus de sucre total que le sang artériel et ce dernier plus que le sang du ventricule droit. — MM. **A. Rodet** et **Lagriffoul** critiquent la théorie de Neisser et Wechsberg sur l'action antibactéricide de certains sérums. — MM. **J. Sabrazès** et **R. Dupérié** ont observé le passage du spirochète de Schaudinn dans le cytoplasme des fibres musculaires lisses chez un hérédo-syphilitique; par contre, les cellules nerveuses lui ont opposé une barrière infranchissable.

Séance du 3 Juillet 1909.

M. **G. Bohn** distingue chez certains animaux trois sortes d'oscillations : celles que provoque une variation brusque et momentanée du milieu extérieur, celles qui suivent une modification assez profonde de l'état chimique des tissus et celles qui sont la manifestation d'habitudes rythmiques contractées dans la Nature. — M. **O. Laurent** signale, comme adjuvant important de l'intervention directe sur le cancer, la saignée régionale, l'injection de sérum artificiel, l'injection intraveineuse désintoxicante et la transfusion du sang. — MM. **A. Laveran** et **A. Pettit** ont constaté

que l'inoculation intra-péritonéale de parenchymes riches en *Leishmannia* détermine chez le cobaye une infection légère. — M. A. **Laveran** a reconnu que l'Hémogrégarine trouvée par Carini chez le *Tupinambis* n'est pas identique à celle que lui-même a décrite sous le nom de *H. Tupinambisi*; il propose de la nommer *H. Carinii*. — M. F. **Guéguen** a étudié les formes évolutives et les caractères spécifiques de l'*Aspergillus Fontoynonti*; c'est une espèce mal fixée, qui subit des modifications rapides dans les divers milieux. — MM. J. et A. **Déjerine** et **André-Thomas** montrent que, dans la constitution du faisceau géniculé et du faisceau interne du pied du pédoncule, le contingent des fibres extra-operculaires peut être considérable. — M. A. **Policard** déduit de ses observations sur les cellules de l'épithélium de la vésicule biliaire que celle-ci est un organe glandulaire et non un simple réservoir de bile. — MM. H. **Roger** et M. **Garnier** ont observé que l'émulsine peut être attirée dans la cavité péritonéale du lapin par une injection d'amygdaline; celle-ci est dédoublée et HCAz formé produit l'empoisonnement. — M. A. **Weber** a étudié au point de vue cytologique la sécrétion des glandes parathyroïdes du Gecko. — MM. A. **Gilbert** et M. **Villaret** décrivent quelques particularités de structure des veines sus-hépatiques, notamment chez le chien. — M. P. **Bonnet** a observé, chez un *Psammodromus algirus*, un testicule droit tout à fait rudimentaire. — MM. A. **Jousset** et P. B. **Paraskevopoulos** ont reconnu que le complément augmente chez l'homme dans la plupart des états pathologiques. Il est impossible de substituer le complément humain au complément du cochon d'Inde dans les recherches des amboceptеurs par la réaction de fixation. — MM. L. M. **Pautrier** et **Lutembacher** ont obtenu une subcutiréaction positive chez deux sporotrichosiques par injection sous-cutanée de cultures jeunes de sporotrichose, broyées, diluées dans du sérum et stérilisées. — MM. J. **Camus** et Ph. **Pagniez** ont injecté au chien de la méthémoglobine musculaire et ont observé son passage dans l'urine. — MM. G. **Rosenthal** et P. **Chazarain-Weteel** ont préparé une émulsion, dans la solution saline physiologique, du *Bacillus perfringens* et de l'anémobactérie du rhumatisme aigu; après l'avoir stérilisée, ils comptent s'en servir comme vaccin de Wright. — M. L. **Nègre** a constaté qu'une tumeur donnée de la souris s'inocule bien plus facilement chez des souris soumises au même régime alimentaire que chez des souris soumises à un régime alimentaire différent. — M. M. **Doyon** montre que l'abrine, qui détermine une forte diminution du glycogène hépatique, agit en provoquant un certain degré d'asphyxie, soit par hémolyse, soit par une action toxique sur les tissus. — M. A. **Lécaillon** a reconnu qu'entre les divers blastomères qui se produisent lors de la segmentation de la cicatricule des œufs non fécondés, il n'y a pas la presque identité qui existe entre les cellules de segmentation de l'œuf fécondé. — M. G. **Finzi** a constaté que les microbes anaérobies jouent un rôle prépondérant dans la genèse des maladies infectieuses de l'appendice. — MM. L. **Morel** et E. **Terroine** ont observé que le suc de sécrétine ne se maintient pas constant pendant une sécrétion assez longue : la concentration en alcali et en ferment lipasique baisse graduellement. — MM. H. **Labbé**, G. **Vitry** et M. **Touyéras** estiment que l'albumine alimentaire est la véritable origine de l'indosé organique urinaire. — Mlle V. **Ceaparu** a constaté que certains tissus embryonnaires peuvent se conserver vivants et se développer dans le péritoine des animaux de même espèce pendant un certain temps, après quoi la résorption survient. — M. Ed. **Chatton** a découvert chez une Nyctéribie un Trypanosomide nouveau, qu'il nomme *Crithidia nycteribiæ*. — M. S. **Marbé** a reconnu que l'ingestion de corps thyroïde produit une hyperleucocytose avec mononucléose, tandis que l'ablation de ce corps provoque une hyperleucocytose avec polynucléose. — M. J. **Troisier** montre que l'ictère et l'urobilinhémie qui se produisent au cours de la pneumonie sont d'origine hémolytique. — MM. Ch. **Laubry** et M. **Parvu** ont observé que la réaction de Wassermann est positive dans un assez grand nombre d'affections cardio-vasculaires d'origine indéterminée, ce qui décèlerait leur nature syphilitique. — MM. C. **Levaditi** et S. **Mutermilch** supposent que la création de variétés de trypanosomes partiellement résistantes à l'atoxyle n'est pas due à une immunisation active à l'égard des anticorps, mais à une simple sélection. — M. N. **Gréhant** décrit un procédé de mesure de la capacité respiratoire du sang, basé sur le déplacement de l'oxygène par l'oxyde de carbone. — M. Ch. **Mantoux** montre que la tuberculine pour intradermoréaction conserve bien son activité lorsqu'on la stérilise simplement à l'autoclave. — MM. Ch. **Mantoux** et L. M. **Pautrier** ont observé une réaction extrêmement sensible du tissu lupique à l'injection locale de tuberculine.

M. H. **Claude** est élu membre titulaire de la Société.

RÉUNION BIOLOGIQUE DE MARSEILLE

Séance du 15 Juin 1909.

MM. E. **Boinet** et **Rouslacroix** ont observé, dans la méningite cérébro-spinale épidémique, des altérations dégénératrices très marquées du cerveau et du cervelet, alors que dans la moelle on constate presque exclusivement des lésions irritatives avec congestion hémorragique. — M. L. **Raybaud** a étudié les modifications morphologiques provoquées par l'osmose chez les Mucorinées; elles sont la cause d'un arrêt de formation de l'appareil reproducteur. La transpiration provoque la formation de spores irrégulières et très inégales. — MM. **Alezais** et **Peyron** décrivent quelques particularités d'une tumeur coccygienne : présence d'une membrane basale, abondance des mastzellen et leur localisation dans de petits vaisseaux intra-épithéliaux. — M. C. **Gerber** a étudié l'action de la présure des Composées et de celle des Algues brunes sur la peptone et la caséine.

RÉUNION BIOLOGIQUE DE NANCY

Séance du 15 Juin 1909.

MM. R. **Collin** et M. **Vérain** ont constaté que l'état sombre des cellules nerveuses somatochromes chez la souris se caractérise par une diminution énorme du volume du noyau, le passage de la forme sphérique à la forme ellipsoïde et l'apparition d'une quantité notable de paranucléine. — MM. L. **Richon** et M. **Perrin** ont étudié l'état du squelette chez les lapins ayant subi un retard de développement par intoxication tabagique; il y a simplement un ralentissement de croissance; il en est de même pour les organes génitaux. — M. Th. **Guilloz** expose les principes auxquels doivent satisfaire les photomètres à acuité visuelle et décrit un nouveau type de ce genre d'instrument. — M. M. **Lucien** a observé chez l'homme un cas qui montre la migration du muscle court extenseur du cinquième orteil, de la région péronière au dos du pied. — M. Ch. **Garnier** signale un cas de cryptorchidie chez l'homme adulte stérile avec conservation de la fonction diastématique. — M. J. **Parisot** a reconnu la toxicité certaine de l'extrait d'hypophyse lorsque cette substance est directement introduite dans le sang; à la suite d'injections répétées, il se produit chez l'animal une sorte d'accoutumance.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE FRANCE

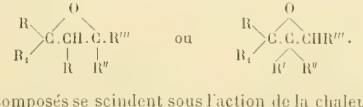
Séance du 28 Mai 1909.

M. **Grenet** estime que, quand on parle des alliages fer-carbone, il n'est pas rationnel de faire une distinction entre les états du fer et ceux du carbone. La transformation du fer pur doit être considérée comme le passage du fer pur en solution solide; au-dessous de la

température de transformation, on ne peut passer sans discontinuité du constituant fer pur au constituant fer + C de carbone; au-dessus de la température de transformation, on passe sans discontinuité du constituant fer à un constituant plus carburé. La notion de solution s'étend donc aux corps purs. — M. **Rengade** présente un nouveau modèle de galvanomètre à enregistrement photographique. — M. **L. Bouveault** a préparé des pinacones mixtes $R'RC(OH).C(OH)(CH^3)^2$ en condensant les éthers des acides-alcools α $R'RC(OH)CO^2H$ avec CH^3Mgl. Ces pinacones, chauffées avec de l'acide oxalique, fournissent des pinacolines dont la constitution est à l'étude; oxydées par l'acide chromique en solution acétique, elles sont transformées intégralement en diméthylcétone et $RR'CO$.

Séance du 11 Juin 1909.

MM. **M. Prud'homme** et **A. Colin** : *Sur la formation du rouge de para-nitraniline* : 1° Un tissu, préparé en naphtolate de sodium ou en naphtol, donne un bon rouge avec le diazoïque de *p*-nitraniline à l'état de sel neutre ou d'hydrate de diazonium; 2° La présence d'un acide fortement ionisé, comme HCl, détermine la formation d'ions complexes, retarde considérablement la copulation et donne naissance à d'autres colorants que le rouge; 3° L'acide acétique, en quantité équivalente, faiblement dissocié, ne peut former qu'une quantité restreinte d'ions complexes, qui ne donnent naissance qu'à une minime proportion de colorants étrangers. La présence d'acétate de sodium maintient l'acide acétique à l'état de molécule neutre, et empêche la formation des ions complexes. Elle agit aussi pour s'opposer à la diffusion du naphtolate de sodium dans le bain, et pour diminuer la solubilité du naphtol dans l'acide acétique. Le rouge formé en présence d'un excès d'acétate de sodium devra donc posséder le maximum d'intensité et de pureté de nuance; 4° La nuance plus ou moins bleuâtre du rouge semble surtout dépendre de l'intensité, c'est-à-dire de l'épaisseur plus ou moins grande de la couche de colorant déposé sur la fibre; 5° Pour une concentration donnée du bain de naphtol et du bain de diazoïque, il existe une durée de passage optima. En deçà, le rouge est moins intense; au delà, le diazoïque en excès paraît réagir sur le colorant déjà formé pour le dégrader. — M. **A. Gautier** apporte à la Société les prémisses d'un travail, fait avec M. **Clausmann**, sur la recherche des traces de fluor dans les matières minérales ou organiques. La méthode est fondée, en principe, sur la séparation du fluor à l'état d'acide fluorhydrique, que l'on fait agir sur le cristal. Il se fait ainsi du fluorure de plomb que l'on transforme en sulfure et dose ensuite colorimétriquement. La méthode permet de retrouver 2 à 3 milligrammes de fluor dans 1 litre d'eau ou dans 1 kilog de substance animale. — M. **E. Kohn-Abrest** fait quelques remarques au sujet de l'action simultanée de l'hydrogène et du gaz chlorhydrique sur l'aluminium en poudre et en rognures entre 200 et 1.150°. Après avoir décrit les dispositifs qu'il emploie, il donne la composition de l'hydrate d'aluminium qui préexiste dans les poudres. La quantité de l'hydrate que l'on isole par action du gaz chlorhydrique à 300° dans les conditions indiquées par l'auteur concorde tout à fait avec celle qui était prévue lors des analyses par d'autres méthodes, dont il a entretenu la Société chimique antérieurement. Le silicium et la silice existant à l'état d'impuretés sont entièrement volatilisés dans ces conditions; le fer l'est en grande partie à l'état de perchlorure, si l'action du gaz chlorhydrique est prolongée pendant vingt-cinq minutes. L'auteur montre que l'aluminium en poudre, mélangé à de la poudre de fer, influe notablement sur le mode d'attaque du fer par le gaz chlorhydrique. A haute température, l'action du gaz HCl sur l'aluminium est très énergique et rapide; à 300°, elle est très rapide à condition de chauffer au préalable dix minutes la substance dans l'hydrogène. L'analyse des résidus montre qu'ils renferment des quantités variables et très faibles de chlorure neutre qui n'est pas entièrement du chlorure ferreux, et non plus du chlorure d'aluminium, mais qui contient du calcium. L'auteur met à profit ses observations pour appliquer l'action du gaz HCl sur l'aluminium au dosage de l'aluminium métallique, et à l'étude des différents oxydes d'aluminium qu'il a pu isoler antérieurement, soit préexistant dans la poudre, soit par oxydation de la poudre à l'air, soit par action de l'eau sur la poudre, soit enfin par action de l'alumine hydratée sur la poudre d'aluminium. — M. **G. Berlemont** fait une réclamation de priorité à propos d'une note publiée par M. M. Guichard, dans laquelle ce dernier décrivait un modèle de trompe à mercure; ce modèle est exactement celui qui a été décrit en 1900 par MM. G. Berlemont et Jouard. M. Berlemont décrit une modification apportée aux trompes à mercure permettant d'obtenir des vides rapides et de faire des distillations dans le vide sous des pressions absolument constantes de 0 à $0^{mm},5$ de mercure. — M. **Paterno** expose à la Société les résultats de ses recherches sur l'action synthétique de la lumière sur les composés organiques. Les cétones et les aldéhydes se condensent à la lumière solaire avec les carbures éthyléniques, en donnant naissance à des composés de la forme :



Ces composés se scindent sous l'action de la chaleur en régénérant les constituants primitifs. Beaucoup d'entre eux présentent une certaine analogie avec diverses résines naturelles. Les carbures gras saturés fournissent, dans les mêmes conditions, avec les cétones les mêmes combinaisons, avec formation simultanée de pinacones : $3(C^6H^5)^2CO + C^5H^{12} = [(C^6H^5)^2COH-]^2 + C^{16}H^{20}O$. Avec l'ammoniaque, l'acétophénone donne un composé basique dont l'étude n'est pas achevée. — M. **G. Wyrouboff** expose ses idées sur la constitution de l'acide chromique en solution. Il conclut, en se basant sur la saturation par les carbonates, que cet acide a la formule $Cr^2O^7H^2$.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

Séance du 25 Mars 1909.

MM. **S. Russ** et **W. Makower** : *L'expulsion de la matière radio-active dans les transformations du radium.* Les auteurs ont suspendu, dans le vide, des disques au-dessus de surfaces rendues actives par les divers produits de désintégration du radium, et ils ont mesuré l'activité obtenue sur les disques après exposition par l'électromètre à quadrant. Ils arrivent aux résultats suivants : 1° Quand l'émanation du radium, en équilibre radio-actif avec ses produits de désintégration, est condensée au fond d'un tube où l'on a fait le vide, immergé dans l'air liquide, des particules du dépôt actif sont rayonnées vers le haut du tube. Ce phénomène est attribué au rebondissement de l'atome résiduel quand une particule α est émise. 2° La radiation atteignant une surface à une distance fixée de l'émanation condensée est une fonction exponentielle de la pression du gaz. 3° On déduit de la vitesse de diminution de l'activité recueillie sur une surface exposée à la radiation de l'émanation que le radium A et le radium B atteignent tous deux la surface. 4° Le radium B et le radium C sont tous deux rayonnés à travers le vide d'une surface primitivement rendue active par exposition à l'émanation. En supposant que le radium B émet seulement des particules β, la radiation du radium C doit être due au rebondissement des atomes quand les particules β sont émises. — M. **J.-A. Gray** a étudié la *libération de l'hélium des minéraux radio-actifs par le broyage.* 1° L'hélium est libéré de la thorianite par le broyage jusqu'à une proportion de

28 °/₀; 2° plus le minéral est broyé finement, plus il y a d'hélium libéré; 3° ce dégagement a une limite temporaire quand le minéral est réduit à une dimension d'environ 3 μ; 4° il est impossible de dire à quel état les 72 °/₀ restants d'hélium sont contenus dans le minéral et à quelle dimension plus faible que 1 μ le minéral devrait être réduit pour dégager tout l'hélium. — Mlle **M. Benson** a étudié le *Sphaerostoma ovale* (*Conostoma ovale* Will.), qui est le plus ancien ovule paléozoïque actuellement connu dans sa structure. C'est un petit ovule de 3,5 mm. de longueur, du même type général d'organisation que les *Lagenostoma*. La chambre pollinique ne s'engage pas avec le micropyle, mais s'ouvre et se ferme par un mécanisme très parfait, rappelant un peu le péristome et l'épiphragme du *Polytrichum*.

MM. **G.-E. Hale, H. Kronecker, E. Picard** et **S. Ramon y Cajal** sont élus membres étrangers de la Société.

Séance du 22 Avril 1909.

M. J. H. Shaxby décrit un procédé de détermination graphique des intégrales de Fresnel par l'application de la règle de Simpson aux valeurs calculées de $\cos 1/2\,\pi x^2$ et de $\sin 1/2\,\pi x^2$ pour un nombre suffisant de valeurs de x. — **Le Comte de Berkeley** et **M. E. G. J. Hartley** : *Les pressions osmotiques « dynamiques »*. Les auteurs décrivent une nouvelle méthode, cinétique, de mesure des pressions osmotiques: Un tube de porcelaine, portant une membrane de ferrocyanure de cuivre à l'extérieur, est placé dans un appareil à pression osmotique, avec de l'eau des deux côtés de la membrane. L'intérieur du tube est en communication avec un capillaire gradué, tandis que l'eau extérieure peut être soumise à une pression. La première partie de l'expérience consiste à noter la vitesse à laquelle des pressions hydrostatiques connues forcent l'eau à travers la membrane. Dans la seconde partie de l'expérience, le tube, avec son capillaire attaché, est entouré de la solution dont on désire connaître la « pression osmotique dynamique », et l'on mesure la vitesse initiale à laquelle l'eau est aspirée à travers la membrane dans la solution. Les résultats obtenus sont les mêmes, pour les solutions diluées, que par la méthode statique. — **M. K. Pearson** : *La théorie des contributions ancestrales à l'hérédité et les corrélations gamétiques ancestrales d'une population mendélienne se croisant au hasard*. L'auteur arrive à la conclusion que les corrélations gamétiques mendéliennes obéissent exactement aux conceptions fondamentales de la loi de l'hérédité ancestrale, et que la seule antinomie réelle repose dans le principe de la dominance absolue. Les corrélations trouvées biométriquement suggèrent l'idée qu'il y a une relation plus étroite entre la constitution gamétique et somatique — au moins pour certains caractères des espèces étudiées — que ne l'indique le premier principe mendélien de la dominance absolue. — **M. A. Dendy** a étudié *le système vasculaire intracranien du Sphenodon* au moyen d'une méthode spéciale qui consiste à fixer et à durcir *in vitro* le contenu entier de la cavité cranienne au moyen de bichromate de potasse acétique. Il a pu ainsi mettre en évidence un grand nombre de vaisseaux sanguins qui n'avaient pas encore été décrits chez les Reptiles.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Séance du 3 Juin 1909.

M. Al. Scott a déterminé le poids moléculaire du bromure de tétraéthylammonium par titration avec Ag. On en déduit pour poids atomique du carbone C = 12,026, en prenant Ag = 107,93. — **M. V. H. Veley** a constaté que la vitesse de formation (déterminée par la méthode du tintomètre) des composés azoïques aux dépens des chlorhydrates de diamines benzénoïdes et du nitrite de sodium est conditionnée par HCl et le monochlorhydrate libéré par l'hydrolyse; c'est un exemple de réaction linéaire simultanée régie simplement par l'équation $\Delta x/\Delta t = k$. La quantité totale de colorant capable d'être formée est une fonction linéaire de la concentration. L'addition d'HCl ou d'autres acides produit une accélération initiale, mais un retard total. — **M. A. H. Salway** a fait la synthèse de l'oxyisocotarnine en partant de la myristicine et en passant par l'isomyristicine, l'aldéhyde myristicique, son dérivé nitré, l'acide nitrométhoxy méthylènedioxycinnamique, la cétométhoxyméthylènedioxydihydroquinoline et son dérivé méthylé à l'Az. — **MM. J. C. Irvine** et **Al. Hynd**, en méthylant la lévulose-diacétone par Ag^2O, ont obtenu un dérivé cristallisé, F.115°, donnant par hydrolyse l'α-méthyllévulose, présentant de la mutarotation : $[\alpha]_D = -70°,5 \rightarrow -53°,1$. La fusion donne un excès de la forme β, qui présente le changement optique inverse après solution. — **M. W. H. Mills** et Mlle **Al. M. Bain** ont fait cristalliser le sel de quinine de l'acide 4-oximinocyclohexanecarboxylique, puis l'ont décomposé par NaOH; le sel de sodium qui se forme est distinctement lévogyre; $[\alpha]_D = -4°,4$. Pour que ce composé soit optiquement actif, il faut que les trois valences de l'atome d'Az du groupe oximiné ne soient pas dans un même plan, ce qui vient à l'appui de la théorie de Hantzsch-Werner sur l'isomérie des oximes. — **MM. W. H. Perkin jun.** et **J. L. Simonsen** ont étudié l'action de HBr et de Br sur l'acide cyclobutane-1:3-dicarboxylique et sur l'acide nopinique et les conditions de rupture de l'anneau du cyclobutane. — **M. F. Ferraboschi** a oxydé l'acide mucique par H^2O^2 en présence du fer; le principal produit, fortement réducteur, est un acide dihydroxymucique ou dihydroxydicétoadipique. — Le même auteur a observé la production d'ozone en quantité considérable dans l'action de SO^3 sur H^2O^2. — **M. W. S. Denham**, en faisant bouillir le benzoate d'Ag avec une solution de S^2Cl^2, a obtenu un composé $(C^6H^5\,CO^2S)^2$ très instable, qui se décompose en donnant S, SO^2 et de l'anhydride benzoïque. Cette méthode peut servir à la préparation d'anhydrides d'acides organiques. — **M. R. Robertson** a étudié la décomposition de la nitroglycérine par la chaleur dans un courant de CO^2. Elle est uniforme et donne AzO^2. La vitesse de décomposition est une fonction de la température; elle double pour chaque 5° entre 95° et 125°.

SOCIÉTÉ ANGLAISE DE CHIMIE INDUSTRIELLE

SECTION DE BIRMINGHAM

Séance du 18 Mars 1909.

M. E. A. Lewis : Les relations du chimiste avec l'industrie du cuivre et du laiton. II. L'auteur décrit et critique les diverses méthodes d'analyse des minerais, métaux et résidus dans ces industries.

SECTION DE NEW-YORK

Séance du 23 Avril 1909.

M. G. S. Fraps décrit une méthode pour la détermination des coques dans la farine de graine de coton. Elle est basée sur la détermination du résidu insoluble : lorsqu'il est supérieur à 10 °/₀, la farine contient certainement des coques.

Le Directeur-Gérant : Louis Olivier.

Paris. — L. Maretheux, imprimeur, 1, rue Cassette.

20e ANNÉE N° 15 15 AOUT 1909

Revue générale des Sciences pures et appliquées

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER, Docteur ès sciences.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. L. OLIVIER, 18, rue Chauveau-Lagarde, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et dans tous les pays étrangers y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Nécrologie

Henri de Parville. — L'écrivain scientifique bien connu Henri de Parville vient de mourir à l'âge de 71 ans. Il s'était d'abord destiné à l'art de l'ingénieur et avait fait de fortes études à l'Ecole Supérieure des Mines; les circonstances l'introduisirent dans la carrière du journalisme scientifique, où, par des efforts soutenus, et servi, d'ailleurs, par un incontestable talent, il s'éleva peu à peu au premier rang.

Pendant 38 ans, il donna chaque semaine au *Journal des Débats* une chronique scientifique très appréciée, et il rédigea longtemps pour le *Journal officiel* le compte rendu des séances de l'Académie des Sciences. Il a collaboré également au *Correspondant*, au *Constitutionnel*, aux *Annales politiques et littéraires*. Enfin, en 1897, à la mort de G. Tissandier, il avait assumé la direction du journal *La Nature*, qu'il dut, contraint par la maladie, abandonner il y a quelques années.

Dans tout ce qu'il a écrit pour faire connaître au grand public les travaux des savants, Parville a montré à la fois une remarquable aptitude d'assimilation et un réel talent d'exposition. En un langage clair et accessible à tous, il répandait les vérités essentielles acquises à la science. Il a ainsi rendu au monde savant et au public un service de prix, que M. G. Darboux s'est plu à faire ressortir, au nom de l'Académie des Sciences, aux obsèques du regretté défunt. La *Revue* rend, elle aussi, hommage à l'écrivain qui a su maintenir à un niveau élevé l'art difficile de la vulgarisation scientifique.

§ 2. — Solennités scientifiques

L'inauguration du monument de Brouardel. — Le mardi 20 juillet a eu lieu, dans la cour de la Faculté de Médecine de Paris, l'inauguration du monument élevé par souscription publique au regretté Professeur Brouardel.

M. le Professeur Thoinot, parlant au nom du Comité qui a assuré l'érection du monument, a remis cette belle et importante œuvre d'art à la Faculté de Médecine. Puis M. le Professeur Landouzy, doyen de la Faculté, en a pris réception et a retracé la carrière si bien remplie de son éminent prédécesseur, en particulier son rôle d'initiateur en Médecine légale. M. le Vice-Recteur Liard est venu apporter l'hommage de l'Université de Paris, puis M. le Docteur E. Roux a redit les services que Brouardel a rendus en tant qu'hygiéniste. M. le Professeur Guyon, président de l'Association des médecins de la Seine, et M. Lereboullet, président de l'Association générale des médecins de France, ont rappelé ce qu'a fait Brouardel pour le corps médical. Enfin M. Doumergue, ministre de l'Instruction publique, a salué la mémoire de l'excellent serviteur du bien public et fait ressortir les services qu'il a rendus à son pays comme « ambassadeur de la science médicale française à l'Etranger ».

Le monument de Brouardel, dû au ciseau de Puech, se compose d'une stèle supportant un buste en marbre blanc, au pied duquel deux figures allégoriques symbolisent la Médecine légale et l'Hygiène. Il rappellera aux futures générations d'étudiants en médecine le souvenir d'un savant estimé et d'un homme de bien.

Hommage à Avogadro. — C'est en 1911 que s'accomplira le centenaire de la publication du célèbre Mémoire d'Amedeo Avogadro sur la constitution moléculaire des gaz. La loi d'Avogadro et les conséquences que lui-même et d'autres savants en ont déduites sont devenues, depuis longtemps, le pivot des théories chimiques atomiques, et, par leur enchaînement avec diverses lois physiques, constituent tout un corps de doctrines qui sert aujourd'hui de fondement à la Physique moléculaire, en particulier à la Théorie des Gaz.

Un Comité international vient de se constituer, sur l'initiative de l'Académie royale des Sciences de Turin, pour honorer la mémoire du grand chimiste et physicien; il ne croit pas pouvoir le mieux faire qu'en publiant les travaux les plus importants du grand penseur, et en érigeant à Turin — où Avogadro est né et où il enseignait — un monument digne de lui.

A cet effet, le Comité fait appel à tous les chimistes et physiciens, dans l'espoir qu'ils voudront tous contribuer à ce tardif, mais bien mérité hommage à la mémoire d'Avogadro.

Les souscriptions peuvent être adressées au Trésorier de l'Académie royale des Sciences de Turin.

§ 3. — Physique

La Thermodynamique des mélanges de solutions binaires et homogènes. — Dans un Mémoire récemment présenté à l'Académie royale des Sciences de Copenhague, M. E. Bose et Mme M. Bose apportent une contribution à la thermodynamique des mélanges de liquides binaires et homogènes.

Dans un travail antérieur[1], l'un des auteurs avait tâché en vain d'établir, par voie purement empirique, une formule d'interpolation appropriée aux isothermes de la chaleur de mélange, formule qui permît d'exprimer ce facteur comme fonction fermée de la composition du mélange. Les réflexions faites à ce propos l'ont convaincu de la nécessité de fonder la formule sur des considérations théoriques. Tel est l'objet du présent travail.

En tenant compte de la relation qui existe entre la température et la chaleur de mélange, les auteurs formulent de la façon suivante le problème qu'ils se sont posé :

En mélangeant, à la température absolue T, x molécules-grammes d'une substance a avec $1-x$ molécules-grammes d'une substance b, on trouve, pour le dégagement de chaleur Q dont s'accompagne ce processus, une expression analytique, représentant Q comme fonction Q (x, $1-x$, T) de la composition et de la température. En partant de l'équation générale des chaleurs de mélange établie par Nernst, les auteurs réussissent à trouver la formule théoriquement justifiée des isothermes qu'ils s'étaient proposé d'établir, à l'aide de certaines solutions de l'équation différentielle de Duhem-Margules.

Comme la relation entre la température et les tensions de vapeur est représentée par les formules choisies avec une précision considérablement supérieure à la précision des données relatives aux dégagements de chaleur, il faut s'attendre à ce que le degré de précision de l'équation des isothermes soit parallèle à la précision des solutions, données par Margules, de l'équation de Duhem-Margules. Si l'accord fait défaut dans un cas, il faut par conséquent s'attendre à le voir faire défaut aussi dans l'autre, à un degré plus ou moins considérable. Or, comme leurs calculs font voir un désaccord très marqué, les auteurs n'hésitent pas à considérer les formules de Margules comme assez inexactes, tandis que l'équation différentielle de Duhem-Margules elle-même se trouve représenter les faits expérimentaux avec une précision bien plus grande.

§ 4. — Electricité industrielle

Les chemins de fer électriques en Suisse[2]. — La traction électrique a été introduite en Suisse en 1888 : tramway de Vevey à Chillon et funiculaire du Bürgenstock.

Le tableau suivant indique les progrès réalisés de 1901 à 1908 :

	1901	1908
Chemins de fer à voie normale	44 kilom.	85 kilom.
— à voie étroite	62 —	316 —
— à crémaillère	12 —	28 —
Funiculaires	13 —	24 —
Tramways	272 —	566 —
Total	403 kilom.	1.019 kilom.

Cette extension est due, malgré les difficultés de construction de la plupart des lignes, à l'abondance des forces hydrauliques et au bon marché de l'énergie, aux progrès remarquables de la science électro-technique, propagée par de nombreuses écoles spéciales, et, en particulier, par l'Ecole polytechnique de Zürich, au développement parallèle de l'industrie des constructions électriques, et, notamment, à Zürich (ateliers d'Oerlikon), à Baden (Brown, Boveri et Cie), à Bâle (Alioth et Cie), à Genève, etc., enfin, à l'influence du tourisme, qui a encouragé surtout la création des lignes de montagne.

Les principales lignes électrifiées sont les suivantes :

Lauterbrunnen à Mürren (1891), voie étroite	4 kilom.
Orbe à Chavornay (1894), voie normale (courant continu)	» —
Burgdorf à Thoune (1899), voie normale (courant alternatif triphasé)	40 —
Stanstadt à Engelberg (1898), voie étroite (courant alternatif de 7.50 volts	23 —
Fribourg à Anet (1903), voie normale (courant continu de 1.000 volts	32 —
Seebach à Wettingen (1904), voie normale (courant alternatif monophasé)	20 —
Brigue à Iselle (1906), voie normale (courant alternatif triphasé)	22 —
Spiez à Frutigen (projet), voie normale (courant alternatif monophasé)	» —
Lucerne à Wildegg (en transformation), voie normale (courant alternatif monophasé)	54 —

Sur l'ensemble du réseau ferré suisse (tramways compris), la traction électrique représente aujourd'hui 18 % du total des lignes, contre 10 % en 1901. La Compagnie du chemin de fer des Alpes bernoises (Lötschberg), qui a résolu d'exploiter tout son réseau à l'électricité, va commencer à titre d'essai sur le tronçon, déjà construit, de Spiez à Frutigen, en utilisant un courant alternatif monophasé, avec tension de 15.000 volts et 15 périodes (Société Alioth, de Bâle).

L'Administration des Chemins de fer fédéraux étudie l'extension de la traction électrique à tout son réseau, n'exploitant jusqu'ici, de cette façon, que les tronçons Seebach-Wettingen et Brigue-Iselle. Elle a acquis, en 1907, des cantons d'Uri et du Tessin, les forces nécessaires à la ligne du Gothard, nationalisée depuis le 1er mai 1909[1].

Parmi les lignes électrifiées à voie étroite, avec ou sans crémaillère, mentionnons encore celle de Montreux à Zweisimmen (1905. 62 kilom. courant continu à tension de 750 volts), qui a coûté 17 millions, et qui franchit, par des rampes maxima et sans crémaillère, des altitudes supérieures à 1.200 mètres; le réseau des chemins de fer veveysans (1903. 43 kilom. courant continu); la ligne de Martigny à la frontière française (1906. 21 kilom. courant continu) raccordée avec Chamonix; les deux lignes tessinoises (1907) de Locarno à Bignasco (27 kilom. courant alternatif monophasé) et de Bellinzona à Mesocco (31 kilom. courant continu à 1.500 volts); la ligne de Monthey à Champéry (1908. 12 kilom.) qui comportera un embranchement sur Morges, à la frontière de Savoie.

D'autres lignes sont en voie d'électrification, tel le chemin de fer de la Wengernalp (18 kilom.); il en sera de même du projet qui relierait l'Engadine (Saint-Moritz) à la Valteline (Tirano) et qui aura 60 kilomètres.

Les chemins de fer électriques de la Suisse représentent un capital engagé de 104 millions de francs; les frais d'établissement sont fort variables : on compte en plaine, 80.000 francs par kilomètre; les chiffres s'élèvent considérablement pour les lignes de montagne. En 1907, la recette kilométrique a varié de 4.713 francs (chemins de fer du Jorat) à 89.842 francs (chemin de fer de la Jungfrau). Les dividendes sont nuls pour les deux tiers des lignes, et notamment pour toutes celles qui n'ont été ouvertes que depuis 1901 (la ligne de Montreux à Zweisimmen exceptée). Les excédents doivent être consacrés, d'après la législation fédérale, à la constitution de fonds de renouvellement et de réserve, de telle sorte que, pendant quelques années, le capital-actions reste sans rémunération. La traction à vapeur n'enre-

[1] *Zeitschr. f. Phys. Chem.*, t. LVIII, p. 611, 1907.

[2] Maurice de Coppet : Les chemins de fer électriques en Suisse. *Moniteur officiel du Commerce*, 24 juin 1909.

[1] Sur le rachat des chemins de fer suisses, cf. notre ouvrage : *La Suisse au XXe siècle*. Paris, Colin, 1908.

gistre pas de résultats meilleurs ; ce n'est donc pas le système de traction qu'il faut incriminer, mais seulement l'insuffisance du trafic dans certaines régions. Les lignes qui prospèrent sont celles qui jouissent le plus de la faveur des touristes.

Une Commission étudie depuis plusieurs années l'électrification de toutes les lignes principales du réseau d'Etat. D'après M. Wyssling, cité par M. de Coppet, il faudrait une puissance continue de 125.000 chevaux pendant 24 heures (100.000 en hiver). Quant aux systèmes de traction, la Commission semble devoir se prononcer pour le courant alternatif monophasé, au moins pour les grandes lignes.

Pierre Clerget,
Professeur à l'Ecole supérieure de Commerce de Lyon.

§ 5. — Métallurgie

L'analyse des aciers à l'aide des étincelles. — On connaît les difficultés qui s'opposent à la classification des échantillons d'aciers de différentes provenances, accumulés dans les usines mécaniques. Il est vrai que la microscopie métallographique, suivant les méthodes indiquées par M. H. Le Châtelier, renseigne immédiatement sur la teneur en carbone d'un échantillon donné. Mais l'emploi du microscope exige des connaissances très complètes de métallurgie et une pratique assez considérable, et la préparation mécanique de l'échantillon entraîne une somme de travail assez importante. Quant à l'analyse chimique, elle est encore infiniment plus compliquée.

Or, M. Max Bermann, à Budapest, vient de faire une remarquable découverte, qui permet d'utiliser les étincelles de polissage pour décider d'emblée si un échantillon donné est de l'acier doux (fer forgé), de l'acier carboné mi-dur ou dur, de l'acier au chromo-tungstène (acier dit rapide), etc., sans apprentissage théorique et sans l'emploi d'un appareillage mécanique.

Les bords vifs des cristaux d'émeri détachent de la surface métallique, à une vitesse considérable, des éclats extrêmement petits, portés à la chaleur rouge par l'énergie mécanique convertie en chaleur. Ces fragments incandescents, projetés assez loin, forment les *étincelles de polissage*. Bien que les cristaux détachés du disque à émeri soient également jetés au loin, ils ne sont pas incandescents et, par conséquent, ne sauraient être confondus avec les étincelles elles-mêmes.

M. Bermann appelle *rayon de l'étincelle* le chemin lumineux qu'elle traverse, depuis son origine jusqu'à son extinction. Sa longueur est très variable, les grandes étincelles volant assez loin, tandis que les plus petites ne parcourent que quelques centimètres ou millimètres. La grandeur de l'étincelle dépend essentiellement de la grosseur de grain de l'émeri, de la vitesse de coupe, de la nature du métal à polir et de la pression qu'il exerce contre le disque. La température initiale des étincelles est déterminée, en première ligne, par la vitesse et la facilité de coupe du disque à émeri, et, en seconde ligne seulement, par la nature du fer à polir.

Un rayon d'étincelle de longueur considérable d'un acier doux (fer forgé) constitue, par exemple, une ligne lumineuse parfaitement lisse, dont l'extrémité prend la forme d'une goutte allongée. Or, un examen plus attentif fait voir que cette goutte, qui varie du rouge clair à l'incandescence blanche, comporte une extrémité pointue rouge sombre, s'élargissant en une seconde goutte bien plus petite. D'autre part, la première goutte, à son endroit le plus large et le plus vivement incandescent, forme en détonant des ramifications qui constituent un faisceau épineux (fig. 1).

Or, la forme de ces ramifications, produites par l'explosion du bout du rayon de l'étincelle, diffère tellement d'une espèce de fer à l'autre qu'elle peut servir parfaitement à la caractériser. M. Bermann la désigne sous le terme d'*image de l'étincelle*.

L'image d'étincelle de l'*acier au carbone* est un faisceau épineux qui, dans le cas d'une teneur de 0,07 à 0,08 % en carbone, comporte 2 à 3 épines, et un nombre plus grand, proportionnel à la teneur en carbone, à mesure que celle-ci augmente, ce qui permet d'apprécier exactement, par l'aspect de l'étincelle, la quantité relative de carbone.

D'autre part, l'image d'étincelle de l'*acier au manganèse* est tellement caractéristique qu'on ne saurait la confondre avec celle d'un autre acier quelconque. Loin d'être pointue, comme dans le cas précédent, l'extrémité de chaque ramification présente, en effet, un phénomène d'explosion secondaire, donnant naissance à des lignes très courtes qui s'amoncellent, comme des feuilles, autour d'un centre commun. Le nombre et la densité des ramifications primaires de la goutte sont d'autant plus considérables que la teneur en carbone est plus grande. L'étendue et la forme des bouts élargis des embranchements primaires semblent être liées à la teneur en manganèse.

Dans le cas de l'*acier au creuset*, l'image de l'étincelle est d'une forme analogue à une branche couverte de fleurs ; les ramifications rappellent, par leur configuration, les grappes du lilas. C'est ainsi qu'on distingue l'acier au creuset, par l'examen de l'étincelle, de toute autre variété.

L'image d'étincelle de l'acier renfermant du tungstène n'est pas moins caractéristique : les rayons d'étincelles y sont des lignes intermittentes d'un rouge sombre, dont les extrémités ne présentent pas d'image d'étincelle, à moins que le disque à émeri ne soit suffisamment aigu et la pression entre lui et l'acier assez considérable. Dans ce dernier cas, les bouts des rayons se ramifient, en effet, d'une façon caractéristique.

La gerbe d'étincelles de l'acier au *chromo-tungstène* (acier rapide) se distingue de celle de l'acier au tungstène par la présence de deux espèces de rayons : les uns très minces et d'un rouge sombre, les autres plus gros et d'un rouge clair, qui manquent tous les deux dans l'acier au tungstène. Les images d'étincelles de l'acier rapide se composent exclusivement de gouttes recourbées très courtes. Dans certaines marques, on observe, en outre, de longues aiguilles isolées, aux bouts recourbés en massue, qui jaillissent d'un centre commun ; elles semblent indiquer la présence de quelque élément d'alliage secondaire. Les gouttes caractéristiques de l'acier rapide se distinguent, en outre, par une vitesse de vol incomparablement plus grande.

Fig. 1. — *Étincelles de polissage des aciers.*

L'image d'étincelle de l'acier renfermant peu de nickel (3 %) est parfaitement identique à celle de l'acier au carbone. Dans le cas d'une teneur considérable en nickel (*acier au nickel*), l'examen de l'étincelle permet, cependant, de reconnaître facilement cette variété d'acier, grâce à la distribution sporadique des images d'étincelles, qui, dans l'acier au carbone, se présentent, au contraire, en amas très denses, les unes à côté des autres et derrière.

La *fonte* donne des images d'étincelles variables suivant sa composition, et surtout sa teneur en carbone lié et en manganèse.

La connaissance des formes caractéristiques de ces images permet donc de reconnaître les diverses variétés de fer et d'acier, et, dans certains cas, de déterminer, dans un échantillon analysé, la teneur exacte en carbone combiné.

Pour faciliter l'emploi intelligent de cette méthode, l'auteur indique une explication plausible de l'origine des images d'étincelles, explication basée sur les deux hypothèses suivantes :

1° L'étincelle, dans un point donné de sa trajectoire, est portée de l'incandescence rouge à l'incandescence jaune, après quoi elle atteint l'incandescence blanche, en même temps qu'elle se ramifie en détonant, de façon à donner la figure caractéristique;

2° Au moment de sa ramification explosive, l'étincelle se trouverait à l'état liquide.

La première hypothèse n'a guère besoin d'être démontrée; l'état liquide de l'étincelle, au contraire, n'est pas immédiatement évident. Or, en plaçant une plaque de verre normalement à la direction du vol de la gerbe d'étincelles, on la voit se recouvrir d'étincelles, et l'examen microscopique de celles-ci montre qu'une partie des étincelles ont atteint la plaque de verre à l'état liquide, pour s'y figer ou se pulvériser en formant les reliefs les plus divers. Une autre partie, composée d'éclats de différentes formes, s'attache, au contraire, si légèrement qu'un faible frottement les enlève.

D'autre part, en examinant la poussière de polissage qui recouvre le plancher, on y remarque, à côté des éclats de fer, des sphérules lisses, produites, sans doute, par la solidification de gouttelettes liquides.

Les applications pratiques de cette nouvelle méthode sont multiples. L'examen à l'aide de l'image d'étincelles est d'une sensibilité extrême et permet de reconnaître facilement une différence de 0,04 % de la teneur en carbone. Elle fournit donc un moyen de contrôle simple et extrêmement rapide de l'analyse chimique relativement au carbone combiné dans l'acier. L'examen des étincelles permet aussi de constater toute variation locale, d'un endroit à l'autre, dans la composition chimique, d'un produit sidérurgique ou d'une pièce de construction donnée.

Alfred Gradenwitz.

§ 6. — Agronomie

Le prix du blé dans divers pays depuis 1771[1]. — M. Emile Levasseur a présenté récemment à la Société nationale d'agriculture de France un très intéressant commentaire des variations du prix du blé en Angleterre et dans huit autres pays : la France, la Belgique, la Prusse, l'Autriche, la Hongrie, l'Italie, la Suède et les Etats-Unis.

L'éminent statisticien remarque d'abord que, par le fait du régime restrictif de la douane, c'est en Angleterre que le blé est le plus cher pendant la première moitié du XIXe siècle. Mais, depuis 1849, date de la suppression des lois sur les céréales, la courbe du prix anglais se confond d'abord dans le faisceau général, puis descend au-dessous des courbes des autres pays d'Europe, tout au moins jusqu'en 1904.

Dans tous les pays, les courbes sont beaucoup plus accidentées avant 1870 qu'après, c'est-à-dire que les variations annuelles de prix ont été beaucoup plus fortes dans la première période que dans la seconde. On retrouve là l'influence du développement des relations commerciales qui ont contribué efficacement à régulariser les approvisionnements de chaque pays.

M. Levasseur estime, en outre, que la production du blé, évaluée vers 1880 à 550 millions de quintaux, et, en 1903-1907, à 900 millions, a augmenté plus rapidement que la population consommatrice de froment[1].

Jusque vers 1870, les variations annuelles oscillent autour d'une moyenne de 26 francs l'hectolitre; c'est surtout depuis 1876 que la tendance générale à la baisse est nettement accusée; en 1900, la moyenne n'est plus qu'à 12 fr. 50 environ. La mise en valeur de terres nouvelles dans les pays neufs, les perfectionnements de la technique agricole, la réduction continue des frais de transport, et principalement des frets[2], ont amené cette baisse importante des prix.

Dans la première moitié du XIXe siècle, les courbes de chaque pays sont en général très espacées; en 1825, pendant que l'hectolitre coûte 28 fr. 50 en Angleterre, il ne vaut que 9 fr. 50 en Prusse. En 1801, le blé valait 11 francs dans la Marne et 46 francs dans les Alpes-Maritimes[3]. C'est le développement des transports qui a été le grand facteur du nivellement des prix. En 1880, la différence de prix n'est plus que de 7 francs entre les pays d'Europe (25 fr. 50 en Italie et 18 fr. 50 en Angleterre); en 1908 (du 9 au 16 décembre), l'écart est de 6 fr. 90 entre les prix extrêmes des principaux marchés de l'Europe, et de 0 fr. 96 seulement entre Londres et Chicago. Les grands marchés deviennent de plus en plus solidaires les uns des autres.

En France, le prix du blé a été généralement plus élevé que dans les autres pays, l'Angleterre exceptée, depuis le commencement de la Restauration. Depuis 1860, il est devenu supérieur à celui de l'Angleterre, et il n'est guère atteint actuellement que par ceux de l'Italie et de l'Allemagne. Ce prix plus élevé est dû au droit d'entrée de 7 francs par quintal qui frappe les blés étrangers; mais, comme la production nationale est devenue presque suffisante et que l'importation est très réduite, nos prix se rapprochent beaucoup de ceux des marchés libres et l'écart est loin de représenter le montant du droit. Cette situation de producteur et aussi l'élévation des prix nous mettent à l'abri des brusques variations qui ont motivé récemment une hausse des prix du pain en Angleterre, à la suite des spéculations américaines. Notre consommation de blé est stationnaire depuis vingt ans, dépassant 3 hectolitres par tête. C'est un avertissement pour les agriculteurs de ne pas trop étendre leurs cultures de froment, en recherchant plutôt l'augmentation des rendements. Si la Russie et les Indes sont destinées à réduire leurs exportations à mesure que se développera le pouvoir d'achat de leurs habitants, le Canada et la République Argentine renferment des « possibilités » d'extension de culture avec lesquelles il faut désormais compter. Mais la remarquable organisation commerciale des Etats-Unis leur conservera encore longtemps la prépondérance dont ils jouissent sur les grands marchés européens.

Pierre Clerget,
Professeur à l'Ecole supérieure de Commerce de Lyon.

[1] Emile Levasseur : Le prix du blé dans divers pays depuis 1771. Extrait du *Bulletin de la Société nationale d'agriculture de France*, décembre 1908.

[1] D'après le *Dornbusch's*, la production du blé en 1908 s'élèverait à 1.126 millions d'hectolitres dont : Etats-Unis, 239 millions; Russie, 187; France, 112,5; Inde, 77; Argentine, 60,9; Hongrie, 53,1; Italie, 52,9; Allemagne, 50,2.

[2] De 1869 à 1885, le fret des Messageries Maritimes à destination de l'Extrême-Orient a baissé de 951 francs par tonne à 83 francs. De New-York à Liverpool, le fret du blé est descendu de 30 francs par tonne en 1867-1876 à 8 francs en 1897-1906.

[3] Paul Léon : La navigation intérieure en France. *Revue économique internationale*, novembre 1904.

SULLY PRUDHOMME MATHÉMATICIEN

I. — Les papiers mathématiques de Sully Prudhomme.

On sait que Sully Prudhomme a reçu dans sa jeunesse une éducation scientifique, qu'il a songé à se présenter à l'École Polytechnique et qu'il n'en a été empêché que par la maladie. On trouve dans ses vers la trace de préoccupations scientifiques; les problèmes de la Science n'ont jamais cessé de l'intéresser et on ne peut le lire sans s'apercevoir que sa pensée en était comme hantée. Mais on pourrait croire que ce n'était là chez lui qu'une aspiration vague, que ces mystères grandioses devant lesquels l'intelligence humaine hésite lui inspiraient plutôt une sorte d'émoi religieux que le désir de les dévoiler par des efforts systématiques, ou bien encore que le spectacle de nos récentes conquêtes lui donnait plutôt de l'admiration pour les savants que l'ambition de les imiter.

Cela ne serait pas tout à fait exact; de volumineux manuscrits que l'on a retrouvés chez lui en font suffisamment foi. Pour la plupart, ils sont consacrés à la philosophie des Mathématiques; d'autres traitent de différentes questions de Physique ou de Biologie. Rien de ce qu'a pu penser un esprit aussi élevé ne peut nous être indifférent et je crois qu'il ne sera pas sans intérêt de dire quelques mots des idées du poète philosophe sur des questions si étrangères à la plupart des hommes de lettres.

Il convient, sans doute, de commencer par une courte description de ces manuscrits, qui nous sont parvenus dans un état de désordre extrême :

1° Nous trouvons d'abord une sorte de grand registre vert (format 23×35) contenant 151 feuillets écrits d'un seul côté; c'est la rédaction d'un Mémoire sur les fondements de la Géométrie. Le manuscrit n'est pas de son écriture; c'est donc la copie d'une rédaction antérieure, mais, presque à chaque page, on trouve des corrections et des additions de sa main; des feuilles de papier de diverses dimensions sont collées sur divers endroits du texte, sans doute dans l'intention de substituer une rédaction nouvelle à l'ancienne, qui ne l'avait pas satisfait; mais la plupart de ces feuilles sont restées blanches; de temps en temps, sont intercalées des feuilles volantes, sur lesquelles sont sommairement indiqués au crayon ou à la plume des projets de modification;

2° Sont jointes à ce registre une vingtaine de pages volantes du même format, avec des essais de rédaction se rapportant au même sujet; elles sont de la main de Sully Prudhomme; elles portent de nombreuses ratures et aussi des corrections écrites sur des papillons collés sur le texte. Elles ne semblent pas être d'une rédaction postérieure à celle du registre, mais plutôt des débris d'une rédaction antérieure, qu'il se proposait de fondre avec celle du registre pour en tirer un texte définitif;

3° On trouve encore, joint à ce même registre, un manuscrit in-8° de 17 pages environ, intitulé « Mathématiques générales, de la Signification des infinis mathématiques ». Il est de la main du poète ; mais, de place en place, sont intercalées des portions d'un texte imprimé, avec quelques corrections manuscrites; il semble que Sully ait fait une première rédaction, l'ait envoyée à l'imprimerie, puis, désirant donner à son ouvrage plus de développement, ait découpé les placards et les ait collés sur des feuilles de papier en y intercalant les additions très considérables qu'il désirait y faire;

4° Nous trouvons ensuite un carton gris contenant trois chemises; dans la première chemise, 21 pages in-4° avec le titre « Livre I : Propriétés générales de l'Espace; les diverses espèces de grandeurs géométriques — le point — la distance ». Sur l'une des pages, je relève des indications au crayon bleu : « M. Vandert, 136 lignes, en 9, épreuves à M. Sully Prudhomme, 82, faubourg Saint-Honoré ». Ces indications prouvent que cette partie du manuscrit a été effectivement envoyée à l'impression (le nom de M. Vandert est celui du compositeur à qui cette page était confiée; en 9, c'est la désignation du « corps » à employer). On n'a pas retrouvé les placards et on ignore ce qu'ils sont devenus. Dans la deuxième chemise, on trouve la suite de la même rédaction, et le manuscrit est, comme le précédent, calligraphié avec soin en vue de l'impression; mais il ne semble pas avoir été envoyé à l'imprimerie. La troisième chemise contient une série de propositions numérotées de 35 à 124; c'est évidemment une sorte de résumé ou de plan général d'une partie de l'ouvrage;

5° Un cahier vert (format 21 × 31) contient une centaine de pages de la main de Sully, toujours relatives au même sujet; les ratures sont extrêmement abondantes; il n'est pas rare non plus de trouver des corrections écrites sur papillons. Nous relevons les sous-titres suivants : « Grandeurs en général, espace, génération des étendues, contiguïté des étendues, concept du mouvement appliqué à la Géométrie. Ligne droite parallèle, contiguïté des droites; le plan, etc. »;

6° Un grand carton noir contenant des manus-

crits de la main de Sully et du même format que le grand registre vert. Toujours beaucoup de ratures et de papillons. Ces manuscrits sont répartis en sept chemises : première chemise, 60 pages avec le titre : « Des fondements logiques de la Géométrie pure »; deuxième chemise, 15 pages environ sur les parallèles et le plan; troisième chemise, une feuille de titre : « Livre III : Théorie des parallèles et du plan (cette feuille devrait se trouver évidemment dans la chemise précédente), et en outre des pages numérotées 94 à 126 avec le titre : « Livre IV : Théorie des angles et du triangle »; quatrième chemise, pages numérotées 56 à 67 avec le titre : « Livre II : Théorie de la ligne droite »; on y trouve aussi de nombreuses feuilles volantes et 6 pages non numérotées; cinquième chemise, pages 128 à 145 avec le titre : « Livre V : Rapports du point, de la droite et du plan avec le plan dans l'espace »; sixième chemise, pages 146 à 170 avec le titre : « Livre VI : Définition des dimensions, définition de la circonférence par les directions »; septième chemise, 6 pages détachées de la même rédaction : un cahier de plus petit format, 14 pages écrites au commencement sous le titre « Introduction », et 16 pages écrites à la fin sous le titre « Euclide »; le milieu est resté blanc. En plus une quinzaine de feuillets détachés;

7° Première chemise isolée; vingt pages détachées relatives au même sujet. Elles sont écrites par Sully Prudhomme évidemment pour lui-même et constituent un premier brouillon de la rédaction précédente; dans cette même chemise, on trouve des notes relatives à la Géométrie et deux manuscrits in-8° intitulés : l'un « Biologie » et l'autre « Système solidaire des rapports »;

8° Une enveloppe contenant une correspondance avec divers savants;

9° Deuxième chemise isolée; vingt pages in-4° sur la Géométrie; mêmes observations qu'au sujet des pages détachées contenues dans la première chemise isolée;

10° Troisième chemise isolée portant la mention carton 7; une vingtaine de pages contenant des débris d'une rédaction antérieure du grand Mémoire sur la Géométrie; une quinzaine de pages suivies sur la nature des axiomes;

11° Quatrième chemise isolée contenant : 1° 12 pages sur la nature des axiomes; 2° une première rédaction du travail dont nous avons le texte définitif dans le cahier de petit format dont j'ai parlé plus haut et qui se trouve dans la septième chemise du grand carton noir; 3° 8 pages intitulées « Préliminaires »;

12° Cinquième chemise isolée ne contenant que des pages détachées, débris des rédactions successives du grand Mémoire de Géométrie.

II. — Impossibilité d'une publication.

Cette description montre assez que Sully Prudhomme ne s'est pas seulement occupé de Mathématiques d'une façon occasionnelle, mais qu'il est revenu à diverses reprises sur ces questions, qu'il y a pensé pendant plusieurs années et qu'il y a consacré beaucoup de travail. Il reste des traces de trois rédactions successives de son principal Mémoire et il y en a peut-être eu davantage. Il a songé à les publier et il semble même avoir envoyé une partie de son manuscrit à l'imprimerie; il a ensuite découpé les placards, et a cherché à les faire entrer dans une rédaction nouvelle entièrement remaniée. N'étant pas parvenu à se satisfaire, il paraît avoir renoncé à son dessein.

Dans ces conditions, une question se pose : Convient-il de publier en totalité ou en partie les manuscrits qu'ils nous a laissés, ou bien serait-ce une trahison envers sa mémoire de livrer au public un travail incomplet qu'il ne lui destinait pas? L'une des trois rédactions, probablement la plus ancienne, est par trop informe, elle présente trop de lacunes pour qu'il puisse y avoir doute. La seconde, celle du grand registre vert, est celle qui semble la plus complète; mais elle porte la mention suivante, de la main de Sully Prudhomme :

« Cette copie de mon travail sur la Géométrie pure est erronée. Je ne reconnais comme exprimant mes idées que le manuscrit sur lequel cette copie a été faite et qui depuis a été corrigé et revu par moi. »

Voilà qui tranche la question. D'ailleurs, des pages entières sont recouvertes de feuilles de papier blanc collées sur le texte, sans doute dans l'intention de les rédiger entièrement à nouveau; on ne saurait donc imprimer le texte ainsi recouvert sans trahir délibérément la pensée de l'auteur; ou le supprimer, sans que tout le reste de l'ouvrage devienne incompréhensible.

Reste donc la troisième rédaction, comprenant les 21 pages intitulées : « Livre I », dans la première chemise contenue dans l'enveloppe cartonnée grise, et les 24 pages qui paraissent en être la suite et qui sont dans la deuxième chemise dans cette même enveloppe; et, d'autre part, les contenus des deuxième, troisième, quatrième, cinquième et sixième chemises du grand carton. L'ensemble constituerait 170 pages avec quelques lacunes.

Mais on peut se demander s'il ne s'agit pas d'une rédaction antérieure dont Sully Prudhomme n'avait pas été satisfait, puisqu'après avoir envoyé à l'imprimerie le commencement du Livre I, il paraît l'en avoir retiré et n'y avoir pas envoyé les livres suivants. Et d'ailleurs nous devons nous rappeler la mention que Sully avait inscrite sur le grand

registre vert et que j'ai citée plus haut. La rédaction que nous avons entre les mains est-elle bien « le manuscrit sur lequel la copie a été faite », le seul qui exprime les idées de l'auteur?

Il y a d'évidentes ressemblances, des phrases entières textuellement reproduites; mais il y a aussi des divergences notables; par exemple, je prends le second alinéa :

« L'identité de deux choses consiste en ce qu'elles ne sont pas distinctes l'une de l'autre dans la réalité, bien qu'elles l'aient été dans la pensée », et je lis dans la copie : « L'identité de deux choses, c'est donc leur unité effective sous leur pluralité putative. » Les deux énoncés sont équivalents, bien que le second soit plus concis. Mais les divergences ne peuvent pas être attribuées à une erreur de copiste; ce n'est pas un scribe qui, lisant dans le texte qu'il a à reproduire ce membre de phrase : « bien qu'elles l'aient été dans la pensée », a pu avoir l'idée de le traduire par « sous leur pluralité putative ».

D'ailleurs, Sully Prudhomme dit que son manuscrit a été corrigé et revu, probablement depuis que la copie a été faite, et que c'est parce que ces corrections ne figurent pas sur cette copie que celle-ci ne rend plus exactement sa pensée. Or, les cahiers que nous possédons ne portent pas trace de ces corrections; ce n'est donc pas là qu'il convient de chercher le texte qui reproduisait convenablement la pensée de l'auteur. Dans ces conditions, il me semble qu'il serait inopportun de rien publier.

III. — Ce qu'on doit attendre de l'étude de ces papiers.

Mais, si nous devons renoncer à livrer ces papiers à l'impression, ils n'en contiennent pas moins une foule d'idées intéressantes dont je voudrais ici dire quelques mots. D'ailleurs, la peine que l'auteur s'était donnée ne sera pas entièrement perdue, puisque les manuscrits seront déposés au *Foyer Sully Prudhomme*, où les lecteurs pourront les consulter.

Avant de commencer cette analyse, je dois bien expliquer ce qu'on peut espérer d'une pareille lecture. Il serait puéril de s'attendre à une véritable découverte mathématique. Sully Prudhomme ne s'était rien proposé de pareil. Il a écrit sur les fondements de la Géométrie, il ne fait rien de nouveau, il réfléchit sur ce qui a été fait.

Mais va-t-il sortir, du moins, de ces considérations un système nouveau qui va bouleverser toutes nos idées sur la philosophie des Mathématiques; il serait absurde de s'y attendre. Ces pages ont été écrites il y a plusieurs années; elles n'ont donc pu profiter de tout le mouvement scientifique qui s'est produit dans ces derniers temps et, en particulier, des travaux de M. Hilbert, qui ont entièrement renouvelé la question.

Ce n'est pas tout; Sully Prudhomme ne paraît pas avoir connu les découvertes de Bolyai et de Lobatchewski; sans doute, il n'aurait pu à cette époque en trouver une traduction française, mais il aurait pu, s'ils lui avaient été signalés, lire le texte latin de Bolyai ou une traduction allemande de Lobatchewski. Mais toute cette partie de la Science était ignorée en France au moment où Sully Prudhomme faisait ses études scientifiques, et il ne l'a jamais soupçonnée. Une foule de questions qui jouent aujourd'hui le premier rôle ne se posaient donc pas pour lui.

Ainsi ces Mémoires ne pourront pas accroître l'étendue de nos connaissances. S'ensuit-il que la lecture en doive être pour nous sans profit? D'abord, il est toujours intéressant d'étudier la pensée d'un homme supérieur; par elle-même, et indépendamment de son contenu, elle est digne de l'attention du psychologue. Et puis, pour le mathématicien même, il n'est pas sans utilité de voir comment ces questions se présentent à un esprit distingué, mais peu au courant de ce qui a été déjà écrit sur le même sujet, à une intelligence fraîche pour ainsi dire. Nous ne les apercevons plus qu'à travers une foule de travaux antérieurs, ou, si l'on veut, à travers une série de prismes qui leur ont fait subir des réfractions multiples. Nous les avons schématisés, dépouillées de leur contenu imaginatif, et nous opérons souvent plutôt sur des symboles que sur des réalités. Je crois donc que les lecteurs, même mathématiciens, verront dans l'analyse qui va suivre autre chose qu'une simple curiosité.

IV. — Analyse du mémoire sur la géométrie.

Voyons donc quelle marche il suit dans son principal travail, celui qui est relatif à la Géométrie. Il commence par rechercher ce qu'on doit entendre par *identité*, *rapport* et *égalité*, par *unité*, *pluralité*, *grandeur continue* ou *discontinue*, par *mesure* et par *quantité*. Dans cette partie de son ouvrage, il s'écarte peu des façons habituelles de voir des mathématiciens; je signalerai seulement que le mot *rapport* est pris tantôt dans le sens précis que lui donnent les géomètres, tantôt dans le sens vague où les littérateurs l'entendent. Ce n'est pas sans intention d'ailleurs, car l'auteur veut prouver que le premier de ces sens dérive du second et expliquer comment on a pu passer de l'un à l'autre.

J'insisterai plus longuement sur ce que dit Sully Prudhomme du *fini* et de l'*infini*. Pour lui, le concept de l'infini est antérieur logiquement à celui du fini; l'étendue finie ne peut être conçue que

comme une limitation de l'espace infini; c'est un morceau découpé dans cet espace, et qu'on n'y aurait pu découper si l'on ne supposait l'existence préalable de cet espace; l'indéfini est postérieur encore, puisqu'une grandeur indéfinie n'est autre qu'une grandeur finie croissant sans cesse de façon à dépasser toutes les bornes que l'on pourrait lui assigner dans l'espace infini où elle est découpée.

S'il y a un infiniment grand, préexistant au fini, il n'y a pas, en revanche, un infiniment petit, il n'y a qu'un indéfiniment petit, qui est un devenir. Comme celle du devenir lui-même, cette notion répugne à notre raison, mais elle lui est imposée par la nécessité d'expliquer le mouvement, qui, sans elle, serait incompréhensible. Il est manifeste que l'influence des philosophes, celle de Zénon et celle de Kant, a joué un rôle prépondérant dans la genèse de cette théorie.

L'auteur distingue ensuite les éléments de la science : ce qu'il appelle les constatations initiales, c'est-à-dire les axiomes; les définitions et les propositions, c'est-à-dire les théorèmes. Ce mot de constatations initiales pourrait faire croire qu'il considère les axiomes comme des faits expérimentaux; mais il n'en est rien, car il ajoute immédiatement que les « attributs les plus généraux de l'espace sont les conditions mêmes de la perception du corps ». Son point de vue est donc celui de Kant.

Sully Prudhomme aborde ensuite l'étude proprement dite de la Géométrie; et, ce qu'il y a de plus original, c'est le détour par lequel la notion de ligne droite est introduite. Nous considérerons d'abord des couples de points; et, à propos de chacun de ces couples, nous envisagerons la distance des deux points qui le composent. Quant à cette distance elle-même, on la définit en considérant les divers chemins qui vont d'un point à l'autre et en prenant celui de ces chemins dont la longueur est minima.

On peut critiquer cette façon de procéder, qui met à la base de tout cette notion très complexe de la longueur d'un arc de courbe. Le plus court chemin d'un point à un autre est ce que Sully appelle une ligne de distance, et il ne sait pas encore, d'ailleurs, si ce chemin est unique. Mais ce n'est pas ainsi qu'il définit la ligne droite; il se réserve de démontrer plus loin l'identité de cette ligne de distance avec la ligne droite définie d'une tout autre manière.

Grâce à cette notion de distance, nous pouvons maintenant définir des séries de points équidistants, où la distance de deux points consécutifs est toujours la même. Parmi ces séries, il distingue les séries *droites*, et pour définir ces séries droites, il introduit la notion d'*orientation*; cette notion lui apparaît comme primordiale.

Si l'on envisage deux couples de points dont la distance est la même, il lui semble qu'on peut apercevoir immédiatement, par intuition pour ainsi dire, si les deux distances égales ont même orientation, et que cette orientation, tombant immédiatement sous notre intuition, n'a pas besoin d'être définie. Il n'aperçoit pas le postulat qui est implicitement supposé par l'introduction même de ce mot. Parler d'orientation, c'est supposer que, si, dans une figure, nous avons deux couples de points dont l'orientation est la même, ces deux couples ne cesseront pas d'avoir la même orientation quand cette figure se déplacera. C'est donc admettre qu'il y a des déplacements où toutes les orientations se conservent, d'où il suit aisément que tous ces déplacements forment un groupe et qu'ils sont tous permutables entre eux. C'est admettre, en un mot, le postulatum d'Euclide.

Sans doute, il n'y a aucun moyen d'éviter l'introduction de ce postulat, mais il n'est pas sans inconvénient que cette introduction se fasse d'une façon pour ainsi dire subreptice, à tel point que je ne suis pas bien sûr que Sully Prudhomme n'ait pas eu l'illusion qu'il avait démontré le postulatum d'Euclide.

Quoi qu'il en soit, l'auteur donne le nom de *séries droites* à une série de points équidistants dont les couples successifs ont une orientation constante, et il établit d'abord pour les séries droites une suite de théorèmes analogues à ceux que l'on démontre d'ordinaire des lignes droites.

Pour aller plus loin, Sully Prudhomme introduit ensuite la notion de ce qu'il appelle la proximité des points. « On peut, dit-il, concevoir la distance de deux points *aussi petite qu'on veut*, moindre que toute longueur finie donnée, *et différant, par conséquent, aussi peu que l'on veut du zéro d'étendue*; conçue dans ces conditions, la situation relative des deux points est une proximité sans fin. Cette relation des deux points n'est pas identique à une coïncidence.....; elle n'est pas non plus identique à une séparation. » Les deux membres de phrase soulignés ont été ensuite effacés, et le premier remplacé par le suivant : « diminuant indéfiniment, par conséquent ». Il n'y a donc aucun doute sur sa pensée : deux points en proximité ne sont pas autre chose que ce que l'on appelle d'ordinaire deux points infiniment voisins. La proximité n'est qu'un devenir, comme l'infiniment petit leibnitzien.

Cela posé, considérons une série droite, et soit d la distance de deux points consécutifs de cette série; nous pouvons en déduire une autre série droite contenant tous les points de la première et où la distance de deux points consécutifs soit d/n; sur la série ainsi obtenue, nous pourrons opérer de la même manière, et ainsi de suite. Nous serons ainsi conduits à des séries droites où la distance

de deux points consécutifs décroît au delà de toute limite, ou, comme dit Sully, à des séries droites de points en proximité. Et c'est là l'origine de la notion de ligne droite. Cette façon détournée d'introduire la ligne droite oblige le philosophe à démontrer par un théorème spécial que l'on obtiendra la même ligne droite, quelle que soit la manière dont l'équidistance de la série tend vers zéro ; c'est-à-dire que le résultat sera le même, que l'on passe de l'équidistance d à l'équidistance $\frac{d}{2}$, puis $\frac{d}{2^2}$, puis $\frac{d}{2^3}$, etc., ou bien que l'on passe de l'équidistance d aux équidistances $\frac{d}{3}$, $\frac{d}{3^2}$, $\frac{d}{3^3}$, etc.

On voit aisément comment on peut définir et comparer les angles de deux couples de séries droites, ou de deux couples de lignes droites. L'angle est pour un couple de droites ce que la distance est pour un couple de points.

Deux droites parallèles sont définies comme deux droites dont l'orientation est la même. La démonstration des propriétés essentielles des parallèles se fait aisément, puisque le postulatum d'Euclide a été tacitement introduit la première fois qu'on a parlé d'orientation.

Si l'on considère deux couples de droites parallèles, il pourra se faire que ces couples aient ou n'aient pas même distance ; mais cette distance ne suffit pas pour les caractériser ; il faut pour cela un élément de plus : c'est leur orientation. On définira alors les séries de droites parallèles équidistantes, comme on a défini les séries de points équidistants. Parmi ces séries, on distinguera celles dont l'orientation est constante et qu'on appellera séries planes. On verra que, dans une série plane d'équidistance d, on peut intercaler une série plane d'équidistance d/n; on sera ainsi conduit à des séries planes de droites parallèles équidistantes en proximité, et c'est ainsi qu'on arrivera à la définition du plan, de la même façon qu'on est arrivé à celle la ligne droite.

V. — Appréciation des théories précédentes.

Les objections que l'on peut faire aux vues philosophiques qui ont inspiré cet essai de Géométrie sont trop évidentes pour qu'il y ait lieu d'insister. Elles se présentent immédiatement à nous, parce que nous connaissons l'histoire de la Science, parce que nous savons que d'autres se sont engagés dans des voies analogues et comment ils y ont été arrêtés ; nous comparons du premier coup la construction élevée par Sully Prudhomme à d'autres constructions du même genre et nous voyons tout de suite ainsi en quoi elles diffèrent et ce qui manque à l'une et à l'autre. Pour Sully Prudhomme, qui n'avait lu ni Bolyai, ni Lobatchewsky, ni Gauss, ni Lie, et qui venait avant Hilbert, ces objections ne se présentaient que successivement et à de longs intervalles. De là ces remaniements incessants, ces corrections qui ne parvenaient pas à le satisfaire, ces doutes sans cesse renaissants qui l'ont empêché de publier son œuvre.

Ses papiers contiennent une enveloppe blanche où se trouve sa correspondance avec divers savants (entre autres M. Lippmann) qu'il avait consultés au sujet de son travail. Cette correspondance est de nature à nous éclairer sur la marche de sa pensée. J'y trouve deux projets de lettres qu'il voulait adresser à l'un de ses correspondants, sans doute M. Lippmann. L'un de ces brouillons est daté du 31 mai 1884, l'autre du 2 juin de la même année ; le premier, au moins, n'a pas dû être envoyé au destinataire. C'est une réponse à une des premières objections qu'on devait lui faire et que j'ai signalée plus haut. Au début de ses raisonnements se trouve la définition de la distance, qui est définie comme la longueur du plus court chemin entre deux points, ce qui oblige à mesurer la longueur d'une ligne courbe. A vrai dire, il n'avait besoin que de définir l'égalité de deux distances, et il aurait pu le faire en disant que les distances AB et A′B′ sont égales lorsque l'on peut déplacer la figure dont fait partie AB de façon que A vienne en A′ et B en B′. Mais il ne s'en est pas avisé, je ne sais pour quelle raison.

Citons cependant quelques passages de ce projet de lettre :

« Je jouis de mon reste ; c'est demain que je vais m'atteler à la versification pour travailler à un poème de longue haleine que j'ai commencé l'année dernière ici même... Quand je parle de relation entre deux points au début même de la Géométrie, j'entends dire seulement que la continuité même de l'espace où je les considère les met en rapport, en ce sens qu'on peut les concevoir comme appartenant à une même donnée géométrique quelconque. On conçoit, par exemple, que, parmi toutes les longueurs qui les peuvent joindre, il y en ait une minima, que j'appelle leur distance, et cette distance est une relation entre eux. Vous m'objecterez peut-être que les longueurs, indépendamment de la figure des lignes, ne sont pas comparables, que, ne pouvant dès lors les mesurer, je n'ai pas le droit d'en supposer une minima entre deux points. Je répondrai que je n'ai pas besoin de déterminer *numériquement* la différence de deux longueurs pour pouvoir affirmer qu'il peut y en avoir une plus grande que l'autre.

« La mesure exprime numériquement la différence, mais cette expression numérique ne m'est

pas nécessaire au début de mes recherches. Par exemple, soit un point O origine des deux longueurs; on conçoit, partant du point O, un point mobile p engendrant la première, et, partant aussi du point O, un point mobile p' engendrant la deuxième. Le point p peut prendre autour du point de départ une infinité de positions; supposons qu'il prenne la position A; le point p' peut prendre autour de ce même point de départ une infinité de positions; supposons qu'il prenne la position A′ différente de la position A. Rien n'empêche d'admettre que les deux points ont engendré la même longueur en prenant des positions différentes à proximité du point de départ. De même, on peut admettre qu'ils ont ensuite engendré la même longueur en prenant des positions quelconques, l'un à partir de la positions A, l'autre à partir de la position A′. On peut les concevoir, enfin, engendrant des longueurs égales et de figures différentes, et l'on pourra affirmer que, si le premier continue à progresser de A en B, en C, en D jusqu'en M, tandis que le second s'arrête à la position D′, la longueur engendrée par celui-là sera plus grande que la longueur engendrée par celui-ci, bien que la trajectoire OA′B′C′D′ ne soit pas superposable à la trajectoire OABCD et qu'on ne puisse déterminer de *combien* la longueur OABCDM dépasse l'autre. On peut donc concevoir des longueurs égales ou différentes et, par conséquent, parler de longueur minima, avant même d'avoir institué des figures superposables... »

Il est clair que l'objection n'est pas écartée. Comment, en effet, savoir que les deux longueurs infiniment petites OA et OA′, ou encore AB et A′B′ sont égales entre elles? Cela nous donne seulement le moyen de ramener la comparaison de deux distances finies à celle de deux distances infiniment petites, regardées, sans doute, comme directement accessibles à l'intuition. Il eût été étonnant que Sully Prudhomme s'arrêtât définitivement à une semblable conception, qui définit le fini par l'infiniment petit; nous avons vu, en effet, quelle peine il se donne pour ramener la notion de la ligne droite, c'est-à-dire, dans son langage, la notion d'une série droite dont les points consécutifs sont infiniment rapprochés, à celle d'une série droite dont les points consécutifs sont à distance finie, pour ramener en un mot l'infiniment petit au fini. Cette difficulté a contribué, sans doute, à lui donner les scrupules qui ont arrêté ses projets de publication.

On remarquera également que la notion du déplacement des figures ne joue pas, dans cette philosophie de la Géométrie, le rôle prépondérant que, depuis Lie, nous sommes accoutumés à lui attribuer. J'en crois apercevoir la raison dans certaine défiance qu'avait laissée dans l'esprit de Sully Prudhomme les arguments de Zénon d'Elée; sans doute, il n'accepte pas ces arguments, mais il cherche à les tourner, et, le plus souvent, il n'introduit le mouvement que par un détour. On doit d'autant plus s'étonner que, dans la définition de la distance, c'est-à-dire tout au début de sa théorie, il fasse tout reposer sur la considération d'un point mobile, comme le montre la lettre que nous venons de citer.

Il est fâcheux que ses correspondants ne lui aient pas signalé les lectures à faire; ils lui auraient épargné bien des tâtonnements, bien des difficultés dont il n'a pu sortir; faute de ces lectures, il ne pouvait évidemment faire avancer la science, puisqu'il lui fallait d'abord refaire tout le chemin parcouru par ses devanciers. Quoi qu'il en soit, la peine que s'est donnée Sully Prudhomme pour élucider ces questions est pour nous un enseignement; elle nous montre ce qu'était ce grand esprit, quelle était son impatience de ne pas comprendre, son inapaisable inquiétude, la sincérité de son désir de savoir; l'âme d'un homme éminent est par elle-même un sujet d'étude digne d'intérêt.

Henri Poincaré,
de l'Académie des Sciences
et de l'Académie française.

LES ALLIAGES INDUSTRIELS DE CHROME

Les alliages de chrome définis ont été assez peu étudiés jusqu'ici au point de vue théorique. Mais, comme le chrome pur n'est point encore d'un usage courant et que, par contre, il forme avec quelques éléments des alliages d'un grand intérêt industriel, il semble utile de connaître les résultats qu'il peut donner avec les métaux les plus employés dans l'industrie.

Grâce aux travaux de quelques savants et métallurgistes, on connaît déjà un certain nombre d'alliages de chrome, en particulier ceux que ce métal forme avec l'aluminium, le cuivre, le manganèse, le nickel, etc. En s'alliant à ces métaux, le chrome leur communique des propriétés particulières et les rend propres à des usages spéciaux.

Ce sont ces composés qui feront l'objet du présent travail.

I. — Alliages chrome-silicium.

§ 1. — Siliciures de chrome définis.

On connaît actuellement quatre siliciures de chrome nettement définis : $SiCr^3$, $SiCr^2$, Si^2Cr^3 et Si^2Cr. Ils peuvent tous être préparés au four électrique, soit en opérant directement sur un mélange de chrome et de silicium, soit en faisant réagir sur un mélange de cuivre et de chrome des proportions variables de silicium.

Siliciure $SiCr^3$. — Ce siliciure a été obtenu pour la première fois par Zettel [1]. MM. Lebeau et Figueras l'ont préparé en provoquant la fusion d'un mélange de chrome et de cuivre additionné d'une petite quantité de silicium. En traitant alternativement par l'acide nitrique et la lessive de soude étendue un culot renfermant 85,63 °/₀ de cuivre, 12,83 °/₀ de chrome et 1,24 °/₀ de silicium, on obtient un résidu entièrement formé de cristaux prismatiques répondant à la formule $SiCr^3$. Si l'on utilise un mélange comprenant 84,32 °/₀ de cuivre, 10,83 °/₀ de chrome et 4,36 °/₀ de silicium, il reste encore, après attaque, ce même siliciure parfaitement homogène.

Siliciure $SiCr^2$. — Moissan a obtenu ce composé en chauffant au four électrique, à l'aide d'un arc de 900 ampères sous 50 volts, du chrome non carburé avec 15 °/₀ de son poids de silicium, le tout étant disposé dans un creuset de charbon [2]. Après une chauffe de neuf minutes, on obtient un culot à cassure cristalline contenant le siliciure noyé dans le métal en excès.

Pour retirer tout le siliciure contenu dans cette masse métallique, on la pulvérise grossièrement, puis on la soumet à l'action de l'acide fluorhydrique concentré et froid; lorsque la réaction se produit, après quelques instants, on ajoute alors de l'eau pour éviter une élévation de température qui occasionnerait l'attaque du siliciure. Après un lavage à l'eau, on fait de nouveau réagir HF jusqu'à ce que l'attaque se réduise à néant.

Le siliciure que l'on obtient finalement correspond à la formule $SiCr^3$. Il se présente sous forme de petits prismes isolés ou soudés les uns aux autres et contenant une faible quantité de siliciure de carbone dont il n'est guère possible de le débarrasser.

Le chlore l'attaque au rouge avec incandescence; l'acide chlorhydrique gazeux le transforme, vers 700°, en chlorure de silicium et en chlorure de chrome. L'azotate de potassium fondu donne rapidement un chromate et un silicate de potassium.

MM. Lebeau et Figueras ont obtenu ce même composé en faisant réagir l'un sur l'autre du cuivre, du chrome et du silicium, ce dernier élément entrant dans le mélange dans une proportion supérieure à 5, le chrome et le silicium y étant associés dans un rapport voisin. On voit alors apparaître dans le culot fondu, outre le siliciure $SiCr^3$, d'autres cristaux très différents, présentant des facettes brillantes en forme de losange et constituant précisément le siliciure $SiCr^2$. En traitant ainsi un culot renfermant 78,82 °/₀ de cuivre, 12,04 °/₀ de chrome et 8,92 °/₀ de silicium, on peut obtenir ce siliciure en cristaux doués d'une très grande pureté.

Siliciure Si^2Cr^3. — Ce siliciure a été obtenu par MM. Lebeau et Figueras en chauffant, dans un creuset de charbon et à la température du four électrique, un mélange comprenant 100 grammes de siliciure de cuivre à 12 °/₀ et 4 grammes de chrome [1]. Après une chauffe de quatre minutes à l'aide d'un courant de 600 ampères sous 70 volts, on obtient un culot que l'on traite successivement par l'acide nitrique, la soude et l'eau; lorsque les réactifs ne donnent plus rien et que le lavage s'est complètement effectué, on sèche le produit à l'étuve. On obtient ainsi le siliciure Si^2Cr^3.

Ce siliciure cristallise en longs prismes quadrangulaires et raie le verre, mais non le quartz; il possède une densité de 5,6 à 0°. Le chlore et le brome l'attaquent à des températures plus ou moins élevées, mais l'iode est sans action sur lui. L'acide chlorhydrique concentré le dissout facilement si l'on chauffe légèrement. L'azotate et le chlorate de potassium n'agissent pas sur lui, mais les carbonates alcalins le transforment facilement en silicate et en oxyde de chrome.

Siliciure Si^2Cr. — Le siliciure Si^2Cr, qui est le plus riche en silicium parmi les siliciures de chrome, a été signalé pour la première fois par De Chalmot; mais ce chimiste n'a pu réussir à l'isoler du milieu où il l'avait préparé. MM. Lebeau et Figueras l'ont obtenu en augmentant, dans les mélanges précédents de cuivre, de chrome et de silicium, la proportion de ce dernier élément; dans les produits de la fusion, on constate alors la présence de ce siliciure, qui apparaît dans le culot sous forme de petits cristaux de couleur foncée, mais beaucoup moins brillants que les composés $SiCr^3$ et $SiCr^2$. Ces derniers disparaissent d'ailleurs complètement pour des teneurs élevées en silicium, et les attaques à l'acide nitrique ne donnent naissance,

[1] *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. CXXVI.
[2] *Annales de Physique et de Chimie*, 7e série, t. IX.

[1] Lebeau et Figueras : Sur les siliciures de chrome (*Comptes rendus*, 2 juin 1903).

dans ce cas, qu'au siliciure Si^2Cr mélangé à du silicium libre qu'on peut éliminer par la soude.

§ 2. — Silico-chrome.

M. Girod fabrique, à Ugine (Savoie), un alliage ternaire composé de silicium, de chrome et de fer, auquel il a donné le nom de silico-chrome et qui présente la composition suivante :

Silicium	17,17 °/₀
Chrome	50,20
Fer	28,29
Carbone	3,40
Manganèse	0,70
Magnésium	0,24
Soufre	0,01
Phosphore	0,03

Cet alliage est principalement utilisé pour les aciers de moulage. Il cristallise en grandes lamelles planes groupées et formant souvent des alvéoles.

On peut le préparer au four électrique comme le ferro-chrome et le ferro-silicium, en employant le charbon comme réducteur; mais on peut également, si l'on désire obtenir un produit ne contenant pas de fer, faire simplement agir le carborundum sur le sesquioxyde de chrome; dans ce dernier cas, on obtient des silico-chromes dont la teneur en silicium va de 11 à 20 °/₀ environ, la proportion de carbone pouvant être comprise entre 0,90 et 6,70 °/₀. La réduction de la chromite par le carborundum donnerait l'alliage ternaire silicium-chrome-fer, avec des pourcentages variés des divers éléments suivant la composition élémentaire du minerai soumis à l'opération.

§ 3. — Silichromite.

On a donné ce nom à un produit obtenu en traitant au four électrique un mélange de fer chromé naturel, de sable et de charbon. Les différents constituants du fer chromé, entre autres le protoxyde de fer, le sesquioxyde de chrome, l'alumine et la magnésie, réagissent les uns sur les autres, et, avec la silice et le charbon, donnent finalement une masse fondue à structure cristalline. Le produit, une fois refroidi, constitue une matière douée d'une grande dureté, mais qu'il est cependant facile de pulvériser à l'aide de broyeurs. La poudre obtenue peut dès lors servir pour la fabrication des meules et des polissoirs.

II. — Alliages chrome-aluminium.

Wöhler et Michel ont obtenu un alliage de chrome et d'aluminium en réduisant par ce dernier métal le chlorure violet de chrome; sa composition répondait sensiblement à la formule CrAl. Au cours de cette préparation, ils ont pu constater que, pour avoir un alliage pouvant supporter le martelage et le laminage, il faut une proportion de chrome ne dépassant pas 3 °/₀ dans le produit final.

En projetant du sesquichlorure de chrome dans l'aluminium fondu, il se produit, par réduction, du chrome métallique qui peut s'allier à l'aluminium et donner un alliage de ces deux métaux ; la réaction est très violente. On peut ainsi préparer des alliages contenant des proportions variées de ces deux éléments : l'alliage à 7 °/₀ de chrome est cassant et sa structure est finement cristalline; l'alliage à 13 °/₀ est complètement cristallisé et il se laisse facilement pulvériser au mortier.

M. Guillet[1] a préparé par voie aluminothermique des alliages à teneurs variées en chrome et en aluminium, dont il a pu extraire les deux combinaisons Cr^4Al et CrAl. Ces deux composés se présentent sous forme de poudres de couleur gris-argent et extrêmement brillantes. Leurs densités, à la température de 20° environ, sont les suivantes :

	DENSITÉS trouvées	DENSITÉS calculées
	—	—
Cr^4Al	6,75	5,78
CrAl	4,93	4,60

L'oxygène n'attaque ces alliages que vers 325° et l'eau est sans action sur eux. Les acides sulfurique et chlorhydrique, ainsi que l'eau régale, les dissolvent lentement à la température ordinaire et assez rapidement à l'ébullition. Le chlore n'agit qu'à chaud. Les alcalis ne les attaquent pas sensiblement, même à l'ébullition.

Les culots métalliques qui permettent d'arriver à ces produits sont très nets ; ils se séparent aisément de la scorie d'alumine qui les recouvre et ne présentent que rarement des cristallisations franches; mais il y a toujours des pertes notables de chrome dues à l'entraînement de ce métal par l'alumine fondue. Ces culots sont durs et cassants. Ils permettent d'obtenir des alliages à teneurs élevées de l'un ou l'autre métal par simple réaction entre l'aluminium et l'oxyde de chrome en poudre.

En employant le four électrique à électrode mobile, il est également possible d'obtenir des alliages bien fondus de chrome et d'aluminium. On commence par introduire dans l'appareil une certaine quantité d'aluminium, ou de chrome et d'aluminium, juste nécessaire pour amorcer l'arc, puis on baisse l'électrode supérieure; dès que la masse métallique est fondue, on charge progressivement le four avec un mélange d'oxyde d'aluminium et d'oxyde ou de fluorure de chrome. L'alliage peut être recueilli à l'état liquide dans un creuset, grâce à un trou de coulée ménagé dans ce but à la partie inférieure du four. Pendant l'opé-

[1] Léon Guillet : Contribution à l'étude des alliages d'aluminium, p. 37 (*Thèse de doctorat*, Paris, 1902).

ration, ce trou de coulée est fermé par un tampon d'argile.

Les alliages de chrome et d'aluminium sont susceptibles de multiples usages : pièces mécaniques devant subir de grands frottements ou des chocs répétés, objets divers d'appareillage, pièces d'outillage, etc. On s'en est également servi dans ces derniers temps pour fabriquer des résistances électriques; l'alliage employé contient, en outre, du nickel qui entre dans le mélange dans la proportion de 88 °/₀; le chrome y entre pour 8 °/₀ et l'aluminium pour 4 °/₀. L'aluminium aurait pour effet de donner naissance à une couche d'oxyde capable de protéger complètement l'intérieur de la masse métallique contre une oxydation plus avancée.

III. — Alliages chrome-nickel.

On peut préparer, avec facilité, des alliages de chrome et de nickel en faisant réagir le siliciure de chrome sur un mélange de nickel et d'oxyde de nickel en présence de la chaux. La réaction serait la suivante :

$$CaO + SiCr^2 + 2NiO + (n-2)\,Ni = Cr^2Ni^n + SiO^3Ca.$$

Cet alliage peut servir aux mêmes usages que le nickel, sur lequel il a l'avantage d'être plus dur et plus résistant. Il est employé, en particulier, pour la fabrication de certains aciers destinés à la préparation des plaques de blindage. Il sert également dans la fabrication des projectiles et de certaines pièces mécaniques. Les lignes qui suivent concernent ces applications des alliages de chrome et de nickel.

§ 1. — Aciers pour blindages.

Les principaux types d'acier employés pour la fabrication des plaques de blindage sont les suivants :

	N° 1	N° 2	N° 3
Chrome. . . .	0,82 °/₀	0,50 °/₀	0,20 °/₀
Nickel	2,80	2,54	1,70
Carbone . . .	0,43	0,33	0,24

Le type n° 1, dont la teneur en chrome est assez faible par rapport à celle en nickel, possède une résistance à la rupture égale à 82,7 kilogs par millimètre carré, une limite élastique de 64,7 kilogs et un allongement de 15 °/₀. Les propriétés mécaniques des types n° 2 et n° 3 sont plus faibles. Les effets du chrome et du nickel semblent donc s'ajouter dans un même acier, le nickel communiquant surtout au métal de la résistance à la rupture et le chrome une grande dureté.

L'alliage nickel-chrome le plus employé pour cette fabrication est le suivant :

Nickel	24,00
Chrome.	72,75
Carbone.	1,00
Silicium	0,25

Les figures 1 et 2, que nous devons à l'obligeance de M. Matignon, permettent de se rendre compte de la grande supériorité mécanique des aciers au chrome-nickel sur les aciers ordinaires au carbone. Elles concernent une série d'essais effectués sur des plaques de blindage pour cuirassés, en vue de déterminer leur résistance à la rupture sous des forces égales. On voit nettement que l'acier au carbone cémenté n'a pas pu supporter trois chocs d'obus sans se fracturer (la fracture se manifeste dans toute l'épaisseur de la plaque métallique), alors que l'acier au chrome-nickel ne possède pas la moindre trace de fissure, bien que les projectiles aient traversé totalement les plaques soumises aux essais.

§ 2. — Projectiles.

Les aciers au chrome-nickel destinés à la fabrica-

Fig. 1. — *Plaque de blindage en acier au carbone cémenté montrant la formation d'une fracture par le choc d'un obus.*

tion des projectiles de perforation présentent généralement l'une des deux compositions suivantes :

Chrome.	2,0 °/₀	0,65 °/₀
Nickel.	2,0	2,60
Carbone.	0,8	0,65

Pour obtenir le maximum d'effet avec ces aciers, on commence par les tremper, à la température de 740°, dans un bain d'huile à 25°; puis, une fois le projectile fabriqué, on dirige sur la pointe portée à 780° un jet d'eau qui arrive à la fois par l'intérieur et par l'extérieur de l'ogive. Ces obus possèdent alors une dureté et un pouvoir brisant considérables.

§ 3. — Pièces mécaniques.

Pour la fabrication des pièces mécaniques, celles qui sont employées notamment dans l'automobilisme, on utilise un acier dont la composition correspond aux chiffres ci-dessous :

Chrome.	0,38
Nickel	2,65
Carbone.	0,35

A l'état brut de forge, cet acier possède les propriétés mécaniques suivantes :

Résistance à la rupture, en millim. carrés.	65 kg.
Limite élastique, en millim. carrés. . . .	42
Allongement.	20 °/₀

Trempé à l'huile et revenu, ces propriétés sont modifiées comme suit :

Résistance à la rupture, en millim. carrés.	95 kg.
Limite élastique, en millim. carrés. . . .	80
Allongement.	10 °/₀

En outre de ses qualités de résistance à la rupture et de limite élastique élevées, cet acier présente une très grande dureté, ce qui lui permet de supporter de gros efforts sans conserver de déformation permanente.

L'industrie utilise parfois aussi des aciers à teneurs en nickel et en chrome beaucoup plus élevées que celles de l'échantillon précédent. Un des types courants de ces aciers, riche surtout en nickel, est le suivant :

Chrome .	2,50 °/₀
Nickel .	22,00
Carbone.	0,65

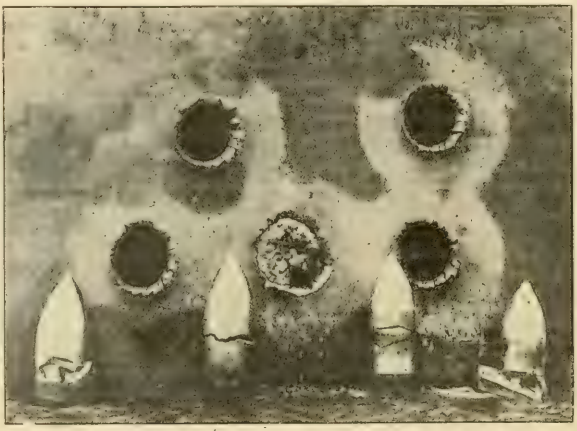


Fig. 2. — *Plaque de blindage en acier spécial au chromo-nickel ; aucune trace de fracture après le choc et la pénétration en masse de cinq obus.*

Sa résistance à la rupture est de 80 kilogs par millimètre carré environ, sa limite élastique de 48 kilogs et son allongement de 42 °/₀. Sa dureté et sa résistance au choc sont très remarquables et il possède également la qualité de prendre un très beau poli par le frottement. On s'en sert principalement pour la fabrication des arbres d'automobiles et des boulons d'entretoise des plaques de garde des locomotives.

IV. — Alliages chrome-étain.

Les alliages de chrome et d'étain n'ont pas encore beaucoup été étudiés jusqu'ici. La considération des forces électromotrices de dissolution a permis, cependant, d'établir que les deux métaux alliés ne forment ni solution solide ni combinaison : ils sont simplement juxtaposés, quels que soient leurs pourcentages dans l'alliage.

On fabrique depuis peu en Allemagne un bronze contenant une faible quantité de chrome et dont la composition correspond aux chiffres ci-dessous :

Etain	14,00 °/₀
Chrome.	1,75
Cuivre	84,25
Zinc	traces.
Phosphore	traces.

Cet alliage ne présente pas un grand intérêt pratique, le chrome restant isolé dans le métal et ne communiquant ici aucune qualité de dureté ni de ténacité supérieure à celle du bronze ordinaire.

On préfère, du reste, généralement aux cuprochromes les alliages cuivre-chrome-manganèse, qui sont plus maniables et plus faciles à dissoudre dans les bains de fusion.

V. — Alliages chrome-cuivre.

Allié au cuivre, le chrome communique à ce métal des propriétés intéressantes. Un alliage de cuivre et de chrome contenant seulement 0,5 °/₀ de chrome possède une résistance mécanique presque deux fois supérieure à celle du cuivre ; il peut, de même, prendre un très beau poli et s'altère moins que le cuivre pur au contact de l'humidité atmosphérique.

D'après M. Guillet, le chrome allié au cuivre ne se combine pas avec ce métal ; quelles que soient les proportions relatives des éléments dans l'alliage, on les trouve toujours entièrement séparés. Si le cuivre existe dans l'alliage en plus forte proportion que le chrome, ce dernier apparaît sous forme de paillettes grises qu'il est facile de reconnaître, même à l'œil nu, dans la masse métallique après simple polissage. De plus, une attaque à l'acide nitrique étendu dissout tout le cuivre et laisse le chrome intact. Cependant, un alliage de cuivre et de chrome à 80 °/₀ environ de chrome, étudié soigneusement, a montré ce dernier métal à l'état de solution. Ces divergences tiennent sans doute à la manière dont les alliages sont préparés.

A l'heure actuelle, on fabrique généralement le cupro-chrome par l'union directe des deux éléments ou en réduisant l'oxyde de chrome par l'aluminium

en présence du cuivre. On obtient ainsi des alliages dont le type le plus répandu possède la composition suivante : chrome, 45 °/₀ ; cuivre, 55 °/₀.

On peut également fabriquer industriellement du bronze chromé en réduisant le siliciure de chrome par l'oxyde de cuivre et en ajoutant au mélange du cuivre métallique et de la chaux pour éliminer le silicium. On a alors la réaction suivante :

$$SiCr^2 + 2CuO + (n - 2)\,Cu + CaO = Cr^2Cu^n + SiO^2Ca.$$

La préparation de cet alliage est plus facile à réaliser que celle du chrome, l'oxyde de cuivre étant plus aisément réductible que les oxydes de chrome.

Le bronze chromé est principalement utilisé pour la fabrication des fils télégraphiques et téléphoniques. Si l'on prend pour représenter la conductibilité du cuivre pur le nombre 100, celle des fils télégraphiques en bronze chromé est de 98,5, avec une charge à la rupture égale à 45 kilogs par millimètre carré. A la température de 0° C. et pour un diamètre de 1 millimètre, ces fils ont une résistance de 20,88 ohms par kilomètre, un poids de 7 kilogs environ et une charge de rupture de 35 kilogs par millimètre carré. La conductibilité des fils téléphoniques n'est que de 34 par rapport à celle du cuivre, toujours représentée par 100. A 0° C., le fil de 1 millimètre de diamètre a une résistance de 60 ohms par kilomètre et une charge de rupture de 59 kilogs par millimètre carré. Le fil de bronze chromé destiné aux longues portées possède une charge de rupture beaucoup plus élevée, soit de 150 kilogs environ par millimètre carré; mais sa conductibilité n'est que de 20, c'est-à-dire qu'elle est 5 fois plus faible que celle du cuivre pur.

VI. — Alliages chrome-manganèse.

Le chrome et le manganèse se trouvent souvent réunis dans les ferro-alliages de ces deux métaux ; le ferro-chrome, en particulier, contient presque toujours une certaine proportion de manganèse. Il est donc intéressant de déterminer les alliages définis que ces deux métaux peuvent former.

En réduisant par l'aluminium pulvérisé des mélanges d'oxydes de chrome et de manganèse en proportions convenables, M. Arrivaut[1] a pu obtenir une série d'alliages titrant de 6,25 °/₀ à 60,89 °/₀ de chrome.

Ces alliages de manganèse et de chrome se présentent généralement en culots bien fondus et homogènes; ils possèdent un aspect cristallin, sont très brillants, mais d'autant plus fragiles qu'ils contiennent davantage de manganèse. L'aiguille aimantée n'a aucune action sur eux. Au point de vue chimique, ils sont tous dissous sans résidu par les acides chlorhydrique et sulfurique ; l'acide nitrique les attaque faiblement, de même que l'acide acétique, qui n'agit à la longue que sur les alliages contenant moins de 20 °/₀ de chrome. Les carbonates alcalins, les nitrates, le bisulfate de potasse les attaquent à la température du rouge. La réaction la plus intéressante est celle qui a lieu avec l'acétate d'ammoniaque en solution alcoolique; ce composé permet, en effet, de caractériser l'alliage et de séparer de la masse métallique deux combinaisons définies de chrome et de manganèse, répondant respectivement aux formules $CrMn^6$ et $CrMn^5$.

L'alliage défini $CrMn^6$ existe dans les produits contenant de 6 à 10 °/₀ de chrome environ, d'où il peut être retiré par une attaque ménagée à l'acétate d'ammoniaque. Pour obtenir de beaux cristaux de cet alliage, il faut éviter leur attaque par la liqueur agissant à chaud et adopter pour cela un dispositif particulier. Il consiste en une longue éprouvette à pied dans laquelle on a versé une solution d'acétate d'ammoniaque neutre à 10 °/₀. Dans ce liquide, on fait plonger un panier en toile de platine contenant des fragments de l'alliage à attaquer, et autour de ce panier est un serpentin de verre traversé par un courant de vapeur d'eau. De cette façon, la partie supérieure seule de la liqueur est chauffée et les fragments d'alliage qui y baignent sont vivement attaqués. Si l'on a soin d'agiter de temps en temps le panier de platine pour laisser s'échapper de celui-ci les parcelles de l'alliage isolé, on retrouve au fond de l'éprouvette, dans le liquide froid, de fines lames cristallines qu'il est facile de recueillir après l'opération. Ces cristaux, analysés, répondent à la formule $CrMn^6$. Leur densité, à 0°, est de 7,12. Ils sont très brillants et inaltérables à l'air.

L'alliage $CrMn^4$ peut être retiré des culots contenant de 13 à 17,5 °/₀ environ de chrome, toujours par une attaque à l'acétate d'ammoniaque. Le culot, une fois pulvérisé, est trituré dans un mortier, souvent pendant plusieurs jours, puis mis au bain-marie dans l'acétate d'ammoniaque en solution alcoolique à 10 °/₀; l'attaque est très vive au début, puis elle s'arrête et reprend dès qu'on passe au pilon; ce n'est qu'à la longue que la composition du résidu reste constante. Cet alliage se présente sous forme de poudre cristalline brillante, ayant une densité de 7,36 à 0°. Il est à peu près inaltérable à l'air.

Les culots contenant plus de 20 °/₀ de chrome ne sont pas attaqués par la liqueur alcoolique d'ammoniaque. Si l'on cherche à isoler quelque consti-

[1] G. Arrivaut : Contribution à l'étude des alliages de manganèse (*Thèse de doctorat*, Bordeaux, 1908).

tuant analogue aux précédents : ou il n'y a pas d'attaque, ou, au contraire, il y a dissolution complète de l'alliage. On ne peut pas ainsi caractériser de composés définis dans ces derniers alliages.

Dans les alliages de chrome et de manganèse contenant moins de 20 °/₀ de chrome, le manganèse libre semble donc associé à l'un des deux composés définis $CrMn^4$ ou $CrMn^6$, qu'il est facile d'isoler et de caractériser par l'acétate d'ammoniaque en solution alcoolique.

VII. — Alliages chrome-tungstène.

Les alliages de chrome et de tungstène sont déjà connus et utilisés depuis un certain nombre d'années.

Le carbure double de chrome et de tungstène, qui répond à la formule $3C^2Cr^3 + CTu^2$, a été préparé par Moissan de plusieurs manières. On peut tout d'abord l'obtenir en chauffant au four électrique, dans un creuset de charbon, un mélange composé de 100 grammes de sesquioxyde de chrome, 45 grammes d'acide tungstique et 30 grammes de coke de pétrole ou de charbon de sucre : on obtient ainsi un culot qui, traité par l'eau et par une solution ammoniacale concentrée, donne une poudre composée de cristaux de ce carbure double. On peut également chauffer au four électrique un mélange de tungstène, de chrome, de carbone et de cuivre ; après refroidissement, il reste dans le creuset un culot métallique homogène qui, après une attaque par un excès d'acide nitrique, laisse déposer de petites géodes cristallines répondant à la formule $3C^2Cr^3 + CTu^2$.

Ce carbure possède une densité de 8,41 à la température de 22° ; il raie le quartz et la topaze avec la plus grande facilité et produit même sur la surface bien polie d'un rubis très dur des stries profondes. Il est très stable et non magnétique.

L'alliage binaire, ou alliage simplement composé de chrome et de tungstène, mérite une mention spéciale, à cause des applications dont il est susceptible, principalement dans la fabrication des aciers à coupe rapide. Pour le préparer, on peut partir du siliciure de chrome et de l'oxyde pur de tungstène, que l'on traite, au four électrique, par un mélange de chaux et de chromate de calcium. Il se produit la réaction suivante :

$$3\,SiCr^2 + TuO^3 + 2\,CaO + CrO^4Ca = Cr^5Tu + 3\,SiO^2Ca.$$

On peut, si l'on veut, ne mettre en réaction que les trois premiers composés et supprimer le chromate de calcium. On a alors :

$$3\,SiCr^2 + 2\,TuO^3 + 3\,CaO = Cr^6Tu^2 + 3\,SiO^2Ca.$$

De cette façon, il est possible d'obtenir toute une gamme d'alliages compris, par exemple, entre Cr^7Tu et Cr^6Tu^2, ainsi que l'établissent les équations précédentes.

VIII. — Alliages chrome-vanadium.

Les alliages de chrome et de vanadium sont encore très peu utilisés dans l'industrie. On sait cependant que les aciers au vanadium additionné de chrome donnent de très bons résultats pour la fabrication des pièces ayant à subir des efforts mécaniques prolongés ou subits, comme celles que l'on emploie, par exemple, dans la construction des automobiles. On les utilise également pour la fabrication des ressorts.

Voici la composition d'un acier destiné à ce dernier usage : Vanadium, 0,188 °/₀ ; Chrome, 1,044 °/₀ ; Carbone, 0,440 °/₀ ; Silicium, 0,173 °/₀ ; Manganèse, 0,837 °/₀.

En raison du prix élevé du vanadium, ces aciers n'ont cependant pas encore pu pénétrer d'une façon satisfaisante dans la métallurgie. Ils ne paraissent, du reste, pas présenter plus d'intérêt que les aciers au vanadium seul, les deux éléments vanadium et chrome remplissant un rôle semblable et communiquant au produit final des propriétés comparables.

IX. — Amalgames de chrome.

En faisant réagir l'amalgame de sodium sur une solution de sesquichlorure de chrome, Vincent a obtenu un amalgame de chrome. Si, au lieu de sesquichlorure, on se sert de protochlorure ou de protoiodure, on arrive à des résultats plus satisfaisants, car l'amalgame obtenu est plus riche en chrome que celui qu'on prépare par le premier procédé. Pour éviter la présence du sodium dans cet alliage, il suffit de le maintenir, pendant une heure environ, dans l'eau bouillante en agitant cette eau de temps en temps.

Cet amalgame se présente à l'état liquide ; il est cependant moins mobile que le mercure. A l'air, il se recouvre d'une couche noire d'oxyde. L'eau le décompose assez rapidement, l'air sec plus lentement.

M. Férée a également préparé un amalgame de chrome en électrolysant une solution contenant 160 grammes de chlorure de chrome cristallisé, 100 grammes d'acide chlorhydrique concentré et 740 grammes d'eau ; l'anode de l'appareil électrolyseur était constituée par du platine et la cathode par du mercure. L'intensité du courant était de 22 ampères et sa densité absolue de 0,27 ampère. Après lavage et expulsion de l'excès de mercure par compression, on obtenait un alliage répondant à la formule $CrHg^2$.

Cet amalgame de chrome est mou, brillant, peu altérable à l'air et, par une élévation suffisante de

température, il perd du mercure et s'oxyde. La pression agit également sur lui, car, à raison de 200 kilogrammes par centimètre carré, elle lui fait perdre du mercure en laissant un amalgame différent du premier comme composition : il répond, en effet, à la formule CrHg. Cet alliage est plus dur que le précédent, sans doute à cause de sa plus forte teneur en chrome ; il est brillant, mais il s'altère en perdant du mercure.

Ces deux amalgames, chauffés dans le vide, donnent du chrome métallique très friable. Si la température est restée inférieure à 300° pendant toute la durée de l'expérience, le métal ainsi préparé est pyrophorique. Il s'enflamme, en effet, spontanément au contact de l'air et absorbe non seulement son oxygène, mais encore son azote. Il s'empare également, à froid, du protoxyde d'azote et de l'acide sulfureux. Porté à une température élevée, ce chrome pyrophorique perd cependant toute activité, tandis qu'à une douce chaleur il est encore capable d'absorber l'azote, l'oxyde de carbone et l'acide carbonique.

Jean Escard,
Ingénieur civil.

LA LOI DE MAGENDIE ; LE TEMPS PHYSIOLOGIQUE

On sait depuis l'Antiquité que les nerfs servent à une double transmission : l'une amène les impressions du dehors à notre cerveau ; l'autre, inverse de la première, porte du cerveau aux muscles les impulsions intérieures qui leur commandent le mouvement. Est-ce une voie commune, utilisable dans les deux sens, qui livre passage aux unes et aux autres, comme dans le télégraphe électrique, ou bien sont-ce des voies distinctes, orientées, polarisées en vue de leur fonction ? C'est Magendie qui a tranché ce débat en faveur de la seconde manière de voir, par des expériences qui ont longtemps paru décisives[1]. Il n'est pas inutile de les rappeler en ce qu'elles ont d'essentiel, car elles peuvent prêter à discussion, et il s'agit d'un point fondamental de la physiologie nerveuse.

I. — Expériences primitives.

Le terrain de choix pour faire cette démonstration, c'est l'endroit où les nerfs quittent la moelle épinière, pour gagner les trous dits de conjugaison, qui leur ménagent, entre les vertèbres, une issue hors du canal rachidien. Chaque nerf, répondant à un segment métamérique de l'organisme, est là dédoublé, représenté qu'il est par deux cordons distincts, les *racines* de la moelle épinière, avant de mélanger ses fibres composantes dans le tronc commun qui leur succède. Il y avait une présomption pour que ces fasciculations distinctes répondissent à des fonctions elles-mêmes distinctes. Il s'agissait de faire une hypothèse et de la vérifier expérimentalement. L'hypothèse se trouva juste et la démonstration éclatante.

Si, d'un côté de la moelle épinière, on sectionne sur leur continuité toutes les racines dorsales (dites postérieures chez l'homme) correspondant à une région déterminée, au membre postérieur par exemple, ce membre ne communique plus au cerveau les impressions reçues ; il est paralysé de la sensibilité, tout en conservant sa motricité. Si l'on coupe de l'autre côté toutes les racines ventrales (dites antérieures), le membre correspondant ne reçoit plus d'impulsion du cerveau ; il est paralysé de la motricité, tout en conservant sa sensibilité. Le tissu nerveux étant directement excitable, on peut faire la contre-épreuve, qui est tout aussi démonstrative. Des bouts résultant de la section de tous ces nerfs, seuls les bouts des racines dorsales tenant à la moelle, quand on les irrite, réveillent la sensibilité, et seuls ceux des racines ventrales dirigés extérieurement mettent en jeu les muscles correspondants. Tels sont les faits par lesquels s'exprime la loi de Magendie.

Complétés par tout ce que nous savons d'autre part de l'organisation nerveuse, ils conduisent à d'importantes conclusions. — Le système nerveux, comme le système circulatoire, avec lequel il a de si évidentes analogies, est le siège d'un *mouvement circulaire* et ce mouvement, en vertu d'un méca-

[1] C'est à Magendie incontestablement et non à Ch. Bell, comme il a été longtemps d'usage de l'affirmer, qu'appartient cette importante découverte. L'hypothèse directrice de Ch. Bell était la suivante : les racines antérieures (ventrales), qu'il suppose se continuer dans le cerveau par les pédoncules cérébraux, présideraient à la sensibilité et au mouvement ; les postérieures (dorsales), qu'il suppose se continuer dans le cervelet par les pédoncules cérébelleux, présideraient à la nutrition. Des expériences, faites sur des animaux venant d'être assommés, ne pouvaient, du reste, pas lui laisser voir les manifestations de la sensibilité, mais seulement l'irritabilité motrice des racines antérieures. Pour lui, sensibilité et motricité paraissent se confondre. Quand les expériences si claires de Magendie eurent fait la lumière sur ce point, il lui fut facile de donner à ses propres expériences une interprétation exacte. Tout démontre que cette interprétation correcte est postérieure à la première publication du physiologiste français. (Voy. spécialement Vulpian : *Leçons sur la physiologie générale du système nerveux*, p. 109 et suivantes.)

nisme de sélection, est orienté dans une direction d'ensemble bien déterminée, qui l'empêche de revenir sur lui-même. Ces deux cordons voisins et parallèles, qu'on appelle les racines de la moelle épinière, doivent leurs réactions si différentes, non pas, comme on semble le croire encore généralement, aux propriétés particulières de leurs éléments (isolés du système nerveux, ceux-ci se montrent identiques à tous les points de vue), mais à la place qu'ils occupent dans le cycle de l'excitation nerveuse. Les uns, placés à l'entrée du système nerveux, manifestent sa fonction la plus hautement spécifiée, la sensibilité consciente; les autres, placés à son stade final, ne manifesteront que leur propre irritabilité cellulaire, forme primitive, sans doute, mais inférieure de la sensibilité. L'une comme l'autre se dévoile à nos yeux par des mouvements visibles, généralisés plus ou moins dans un cas, localisés dans l'autre à la région musculaire intéressée.

Les éléments radiculaires sont donc des conducteurs qui, les uns importent dans le système nerveux et les autres exportent de ce système, des impulsions de provenance ou de destination étrangère à lui-même. Le système nerveux proprement dit (moelle épinière et cerveau), intercalé entre eux, est formé par des éléments qui se communiquent, se répartissent ces impulsions, les organisent en représentations, les conservent en un mouvement intérieur toujours circulaire, ou les traduisent en exécutions motrices, suivant les circonstances. Le pouvoir de conservation, de superposition et d'organisation que possède le système nerveux à l'égard des renseignements qui lui viennent du dehors, ne se comprendrait, du reste, guère sans cette *irréversibilité* de son cycle fonctionnel, c'est-à-dire si, par des passages alternés dans leur sens, une excitation venait aussitôt effacer ce qu'a laissé en lui la précédente.

Mais, avant d'aller plus loin, les faits sur lesquels se fondent ces déductions sont-ils catégoriques ou seulement approximatifs, ou bien compliqués de faits restrictifs dont il convient de les dégager? — Ils sont, en réalité, complexes et il faut les interpréter.

II. — Données plus récentes compliquant la question.

Lorsque la racine dorsale a été coupée en travers et qu'à l'aide d'un induit alternatif on excite soit son bout supérieur (resté en connexion avec la moelle épinière), soit son bout inférieur (resté en connexion avec le membre), il semble bien d'abord que seul le bout central provoque une réponse. L'excitation du bout inférieur est sans effet sur la musculature proprement dite du membre; mais, en y regardant de plus près, il y a dans ce membre des changements visibles.

Stricker (en 1876) vit que cette excitation de la racine dorsale, à contre-sens de sa conduction admise, est suivie d'un échauffement de la région qui lui correspond. J'ai moi-même montré que cette excitation provoque un changement dans la circulation de cette région, une congestion locale, donc un *mouvement vasculaire*. Tout compte fait, la racine dorsale n'est pas dépourvue de la fonction motrice, tout en possédant la fonction sensitive[1].

Dans ce qu'elle a d'essentiel, la loi énoncée plus haut reste sauve, il est vrai, si, transportant des racines à leurs éléments composants les fonctions de transmission centripète et centrifuge, nous considérons la racine dorsale comme un nerf *mixte*, dans lequel sont mélangés un certain nombre d'éléments moteurs avec les éléments sensitifs qui lui sont essentiels. Quand nous excitons le bout central, ce sont ces derniers qui sont mis en jeu, et les premiers quand nous excitons le bout périphérique de la racine coupée. C'est cela, sans doute; mais les anciennes expériences ne suffisent plus à nous le démontrer. En effet, si la racine elle-même est un tronc mixte, ce sont ses éléments composants qu'il faut individuellement interroger. Or, nous ne le pouvons pas; ou nous ne le pouvons que grâce à certains artifices. La loi est à établir sur de nouvelles preuves, si nous voulons éviter un cercle vicieux.

En agissant sur les racines des nerfs, Magendie avait pu croire qu'il avait trouvé, en Biologie, des équivalents de ce que sont les corps simples en Chimie, des amas formés d'éléments ayant tous mêmes propriétés, et ces corps lui étaient fournis, croyait-il, à l'état en quelque sorte natif, sans purification préalable. On voit qu'il n'en est rien. Il faut trouver des moyens de séparer, dans la racine dorsale, les éléments que nous supposons être les supports de la double manifestation sensitive et motrice qu'y décèle l'excitation; ces moyens sont indirects, mais néanmoins probants.

[1] Dans des expériences inédites, qui seront publiées en détail, j'ai vu que cette complexité structurale et fonctionnelle de la racine dorsale n'est pas particulière aux Mammifères, mais qu'elle existe aussi chez les Batraciens, en prenant pour exemple la grenouille. Cet animal étant disposé de manière qu'à l'aide d'un microscope à objectif faible le réseau vasculaire de l'une des membranes interdigitales soit bien visible, si l'on excite périphériquement la racine dorsale (préalablement préparée et sectionnée) qui correspond à ce département vasculaire, on voit, après quelques secondes, ces vaisseaux s'élargir (notamment les artères) et se maintenir dilatés un certain temps après la cessation de l'excitation, puis finir par reprendre leur calibre primitif. Le phénomène ne m'a paru bien visible qu'en saison d'été, alors que l'excitabilité générale des tissus, et principalement du système nerveux, a sa plus grande valeur.

Si, à l'exemple du chimiste, qui ne peut agir sur les molécules isolées du corps qu'il étudie, nous ne pouvons interroger individuellement les fibres composantes des nerfs que nous expérimentons, nons avons néanmoins sur lui l'avantage de voir nos éléments à nous par les méthodes histologiques et de leur reconnaître ainsi certains caractères empiriques, qui les distinguent en catégories. Il n'y a aucun doute que la racine dorsale contienne deux catégories de fibres nerveuses. Les unes, incomparablement plus nombreuses, ont leurs cellules originelles (corps des neurones) dans le ganglion dit spinal, qui forme sur cette racine un renflement caractéristique, près du point où elle confond ses fibres avec la racine ventrale ; les autres, en très petit nombre, ont les leurs dans la substance grise de la moelle épinière. Les premières sont celles que l'on appelle sensitives, parce qu'elles convoient l'excitation de la surface cutanée à la moelle épinière; les secondes, mélangées avec elle, fibre à fibre ou par petits paquets, sont évidemment celles qui ont le rôle moteur, c'est-à-dire qui convoient l'excitation de la moelle vers les vaisseaux cutanés.

La démonstration de ces origines est donnée par l'Embryologie. Elle l'est également par l'application de la méthode dite de la dégénération wallérienne. Si la racine dorsale est coupée en travers au milieu de sa longueur, ses fibres ainsi interrompues subissent la loi de Waller [1] ; elles dégénèrent dans toute la longueur des extrémités qui sont séparées de leurs cellules nerveuses d'origine. Or, les deux extrémités coupées contiennent des fibres dégénérées et des fibres saines. L'extrémité de la racine qui tient à la moelle contient beaucoup des unes et peu des autres ; l'extrémité tenant au ganglion spinal contient, inversement, peu des premières et beaucoup des secondes.

La conclusion à en tirer, c'est que les unes ont leurs cellules d'origine dans le ganglion spinal : ce sont évidemment les fibres à conduction centripète ou sensitive ; les autres ont leurs cellules d'origine dans la moelle épinière : ce sont les fibres à conduction centrifuge, qui prennent le chemin de la racine dorsale.

Ce point ayant été contesté, je l'ai soumis à une vérification minutieuse dans un travail en collaboration avec mon très regretté élève le docteur

[1] La loi de Waller est la suivante : Toute fibre nerveuse, interrompue dans sa continuité, subit une désorganisation particulière, dans l'extrémité qui est séparée de sa cellule nerveuse originelle (centre dit trophique), tandis que l'extrémité restée en continuité avec cette cellule, après quelques réactions passagères de cette dernière, peut rester intacte et même régénérer par bourgeonnement la partie séparée. La loi de Waller ne doit pas être considérée, à l'égal de celle de Magendie, comme une loi propre au système nerveux, mais, ainsi que je l'ai fait remarquer, comme une loi *cellulaire*. Pour s'en convaincre, il suffit de rappeler les résultats obtenus par Nusbaum, Balbiani, Metchnikoff, sur les infusoires, les amibes, c'est-à-dire sur des êtres unicellulaires, dans lesquels on voit de même, après une section qui divise le protoplasme en deux parties, celle qui est séparée du noyau périr et celle qui contient le noyau conserver sa vitalité et régénérer la portion disparue. Couper un nerf dans sa continuité, ce n'est pas autre chose que couper un faisceau de prolongements cellulaires de nature nerveuse (axones des neurones).

Pour le dire en passant, la loi de Waller suffit à légitimer la conception du neurone, dans ce qu'elle a d'essentiel. Seules les exagérations et les hypothèses invraisemblables, dont on l'avait surchargée à son apparition, ont pu la compromettre un moment aux yeux du public scientifique. Cela, une fois de plus, parce qu'on cherche dans les propriétés des éléments l'explication des fonctions d'un système, le plus compliqué de ceux à nous connus, ainsi que j'en avais prévenu, du reste.

La méthode wallérienne nous offre un précieux moyen de débrouiller la systématisation des nerfs. En frappant d'un signe distinctif les éléments intéressés par la section, elle nous les fait reconnaître au milieu des autres restés intacts et nous permet de les suivre dans les trajets les plus compliqués. Dans l'espèce, elle nous sert, ainsi qu'on voit, à reconnaître le sens de la conduction des éléments mélangés dans un tronc commun. La règle générale est, de ce point de vue, la suivante : Tout neurone est essentiellement une cellule nerveuse ramifiée qui se prolonge au loin par une fibre plus ou moins longue, ramifiée elle-même à son extrémité. Son pôle (ou mieux son champ polaire) *récepteur* est représenté par les arborisations de la cellule; son pôle *émissif* par celles du cylindraxe ou axone, qui est son prolongement. Tous les faits expérimentaux confirment cette règle. Dans les masses profondes du système nerveux, où la conduction se fait évidemment en deux sens, on trouve toujours des neurones ayant les deux orientations inverses. Dans la racine ventrale, où la conduction est uniquement centrifuge (en tant qu'il s'agit des éléments propres à cette racine), les neurones n'ont qu'une orientation (cellules dans la moelle épinière et arborisations cylindraxiles dans les muscles).

Chez les Invertébrés, cette règle est absolue; les nerfs sensitifs ont leurs cellules d'origine dans la peau et les nerfs moteurs ont les leurs dans la chaîne ganglionnaire qui, chez eux, a les fonctions de la moelle épinière. Chez les Vertébrés, il y a une complication remarquable, concernant précisément les nerfs sensitifs cutanés, et qui consiste en ce que les cellules d'origine de ces nerfs sont remontées le long de ceux-ci jusqu'à la masse renflée, qui est le ganglion spinal (dit encore rachidien ou intravertébral). La cellule d'origine de ces neurones se trouve, dans ce cas, entre deux axones, de sorte que, pour appliquer la règle, il faut ici faire abstraction de l'un des deux, de celui qui s'étend de la peau au ganglion.

Le critère tiré de la forme anatomique, en ce qui concerne la conduction, est donc, comme on voit, purement empirique et, pour s'en aider, il faut le compléter par des indications venues d'ailleurs. Le fait exceptionnel qui est ici indiqué a, du reste, son enseignement par lui-même; il nous montre que le sens de la conduction, s'il est généralement le même que celui de la dégénération, en est indépendant au fond. Un nerf sensitif coupé entre la peau et un ganglion d'origine dégénère du côté de la peau, c'est-à-dire en sens inverse du courant nerveux, aussi bien que, coupé entre la moelle et le ganglion, il dégénère du côté de la moelle suivant le sens de la conduction, comme c'est la règle. En somme, il y a une orientation morphologiquement reconnaissable des éléments nerveux (neurones). Confrontée une fois pour toutes avec ce que l'expérimentation nous a appris sur l'orientation fonctionnelle des racines médullaires, nous pouvons conclure de l'une à l'autre, dans les cas où l'un des deux critères nous fait défaut.

Bonne, qui en a fait le sujet de sa thèse inaugurale[1]. Les figures ci-jointes proviennent de préparations faites sur les deux bouts d'une racine dorsale, coupée entre son ganglion et la moelle. La figure 1 montre une portion du bout ganglionnaire, prise sur le ganglion même, dont on voit les cellules. Les fibres saines sont celles qui procèdent de ces cellules et ont la conduction sensitive. Les fibres dégénérées dans cette préparation sont celles qui, ayant leurs cellules trophiques dans la moelle, ont été séparées d'elles et ont subi la dégénérescence de Waller. La figure 2, prise sur le bout médullaire, en est la contre-partie. Ses fibres dégénérées sont la continuation de celles qui sont restées saines dans le bout ganglionnaire et ses fibres saines sont l'origine de celles qui procèdent de la moelle. Ces figures n'indiquent nullement les proportions relatives des fibres centripètes et centrifuges, mais ont été choisies pour bien mettre en évidence l'existence de ces dernières, en somme peu nombreuses.

Fig. 1. — *Bout ganglionnaire d'une racine dorsale coupee.*

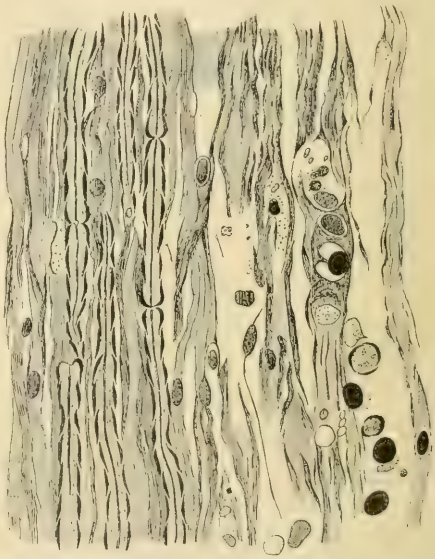


Fig 2. — *Bout médullaire d'une racine dorsale coupée, après 64 jours.*

III. — Distinction fondamentale : éléments radiculaires et éléments non radiculaires.

Revenons à l'excitation de la racine dorsale. Cette excitation retentit sur des organes de mouvement, mais cette action motrice est d'un ordre bien différent de celle qui appartient à la racine ventrale ; c'est une action vaso-motrice, c'est-à-dire identique à l'une de celles qui ressortissent à un ensemble très particulier de nerfs, le *grand sympathique*. Et, de fait, Kölliker, qui, un des premiers, a constaté l'existence des fibres centrifuges de la racine dorsale, les a vues aboutir aux ganglions de ce système et s'y terminer par des arborisations entourant leurs cellules.

Je considère cette distinction comme d'une réelle importance, car c'est elle qui va nous permettre de ramener l'ordre et l'unité dans cette question en somme embrouillée. La racine dorsale, dirons-nous une fois de plus, contient des éléments centripètes et avec eux quelques éléments centrifuges, et c'est là ce qui dérange ou complique la loi de Magendie. En réalité, il faut dire : *la racine dorsale contient des éléments radiculaires de conduction centripète et un certain nombre d'éléments non radiculaires*, dont la conduction nous importe peu, en tant que nous considérons spécialement les éléments radiculaires. Et c'est ce qui va nous permettre de retrouver la loi de Magendie, sous des termes équivalents à ceux qu'il employait, mais plus précis et plus exacts.

[1] Charles Bonne : *Recherches sur les éléments centrifuges des racines postérieures.* Thèse de la Fac. de Méd. de Lyon, 1897. Je renvoie à ce travail pour la bibliographie du sujet.

Un élément *radiculaire* est celui qui établit, entre le milieu extérieur et le système nerveux proprement dit (moelle et cerveau), une relation d'apport (éléments centripètes) ou de départ (éléments centrifuges). Tous les autres éléments, *intérieurs* au système nerveux lui-même, et à ce titre nullement radiculaires, établissent des relations du même ordre entre les différents champs nerveux par les connexions qu'ils contractent dans les différents relais de la substance grise. Les neurones de la racine dorsale, qui d'un seul trajet vont de la peau à la substance grise de la moelle épinière, sont des éléments radiculaires ; de même les neurones de la racine ventrale, qui d'un seul trajet vont de la moelle aux muscles. Ce sont bien là les « racines » au sens fonctionnel du mot, les unes *absorbantes*, les autres *exhalantes* du système nerveux. Par contre, les éléments de la racine dorsale qui vont de la substance grise de la moelle épinière à cette autre substance grise de cette autre moelle que représentent le grand sympathique et ses ganglions, ne sont pas des éléments radiculaires, mais des éléments intercentraux, intérieurs au système nerveux, donc étrangers à la catégorie particulière que constituent les premiers, bien que contenus dans la même gaine, appartenant à la même fasciculation qu'eux. Le mot « racine », en anatomie, a une signification purement topographique, qui, là comme ailleurs, ne suggère ou n'exprime les fonctions que d'une façon approchée.

IV. — La véritable formule.

En somme, la loi de Magendie est bien celle qu'il a exprimée lui-même. *Il y a des éléments distincts pour la conduction centripète et la conduction centrifuge*, rigoureusement parlant, pour l'entrée de l'excitation dans le système nerveux et pour sa sortie de ce système; *ce sont les éléments radiculaires*; et non seulement ces éléments sont distincts, *mais ils affectent des chemins topographiquement différents, les uns par la* racine dorsale, *les autres par la* racine ventrale, sans se mélanger entre eux. Nous sommes par là en mesure de les supprimer ou de les mettre en jeu indépendamment les uns des autres; pour dire mieux, nous manifestons les effets des uns en agissant sur la racine dorsale et ceux des autres en agissant sur la racine ventrale; et c'est de l'indépendance de ces manifestations que nous concluons à leur individualité distincte. Débarrassées par artifice des éléments étrangers à leurs fonctions, les racines, en prenant ce mot dans son expression non plus topographique, mais fonctionnelle, redeviennent pour nous ce qu'elles étaient pour Magendie, des corps simples, c'est-à-dire des masses accessibles à nos moyens expérimentaux, formées d'une seule catégorie d'éléments, et par là nous permettent d'établir sans erreur les réactions et les fonctions de ces éléments[1].

La loi de Magendie n'est donc pas une formule approchée, c'est une loi absolue. Elle exprime l'irréversibilité foncière du mouvement nerveux. Cette irréversibilité appartient au système en tant que système et non à ses éléments composants, au même titre que celle du mouvement du sang appartient au système circulatoire et non à ses canalisations composantes, lesquelles permettent, une fois isolées, un mouvement équivoque des liquides dans leur intérieur. Les valvules du cœur et des veines sont le mécanisme de sélection qui oriente ce mouvement dans l'appareil circulatoire. Un mécanisme analogue, présentement tout à fait inconnu, doit exister dans la substance grise du système nerveux, vraisemblablement aux points de raccordement des neurones. Excitées isolément, après leur séparation d'avec les centres, les fibres nerveuses des deux racines propagent une onde, qui se déplace avec une vitesse définie dans les deux sens, autant du moins qu'on en peut juger par les phénomènes électromoteurs qui accompagnent leur état d'excitation.

Il n'y a guère que sur le terrain des racines que nous puissions faire la démonstration de cette loi, d'une façon irréprochable. Partout ailleurs, sa vérification n'est plus qu'approximative ou indirecte. Plus, en effet, on s'enfonce dans le système nerveux, plus les fibres de conduction inverse et de fonctions distinctes se mélangent entre elles, pour réaliser les relations multipliées, les associations de toute nature, qui sont le fond et comme la raison d'être du système nerveux. Le sens général de la transmission est bien toujours le même, mais avec des branchements innombrables, qui se côtoient ou s'intriquent pour aller à leurs multiples destinations. La simplicité, la forme schématique de ce système ne se trouvent qu'à sa base, et encore là seulement où des conditions particulières de développement ont aidé à rendre évidente à nos moyens,

[1] Toute l'argumentation qui précède serait faussée si la racine dorsale contenait des éléments centrifuges proprement radiculaires, c'est-à-dire des fibres allant aux muscles articulo-moteurs et non pas seulement des fibres pour les organes viscéraux (vaisseaux ou glandes). C'est ce qu'un auteur a affirmé, mais le fait a été aussitôt contredit. J'ai soumis ce point également à une vérification minutieuse et ma conclusion est pleinement négative. Les expériences sur les racines médullaires sont d'un déterminisme en somme simple et qui peut être rigoureux, mais elles sont délicates; ceux qui les ont pratiquées se rendent bien compte des causes d'erreurs qui peuvent y intervenir. Pour tout le détail technique et proprement physiologique des expériences, comme pour la discussion concernant les vaso dilatateurs de la chaîne du sympathique abdominal et ceux qui sont contenus dans les racines ventrales, je renvoie le lecteur à un Mémoire qui paraîtra dans les *Archives internationales de Physiologie* de la présente année.

en somme grossiers, cette dissociation des éléments radiculaires.

Le système nerveux procède de cellules embryonnaires, qui originellement font partie de l'ectoderme. De ces cellules, certaines restent séparées de la totalité, sous forme de masses distinctes, qui seront les ganglions spinaux, tandis que d'autres forment un cylindre tubulé, qui sera la moelle épinière. Les axones (prolongements cylindraxiles) des cellules des ganglions spinaux bourgeonneront du côté de la moelle, pour l'atteindre, et aussi du côté de la peau, surface réceptrice par excellence des excitations venues de l'extérieur. Les axones des cellules propres de la moelle bourgeonneront du côté des muscles du squelette, et ainsi s'établissent ces deux tractus caractéristiques, dont l'association anatomique et fonctionnelle forme ce qu'on appelle la *paire nerveuse*. L'éloignement originel des lieux de naissance des deux ordres de fibres, la condensation de la moelle épinière en un cylindre régulier, la répétition métamérique de ses segments composants, ainsi que des ganglions et des racines elles-mêmes, sont les circonstances qui ont créé ces dispositions si appropriées aux expériences de mérotomie et d'excitation localisée et réalisé ce terrain de choix, où tant de problèmes propres à la physiologie nerveuse ont pu être soumis à vérification et recevoir leur solution.

V — Différences anatomiques entre les systèmes; leur ressemblance fonctionnelle.

Par ailleurs, dans un système partiel équivalent au précédent, ces conditions font défaut. Le grand sympathique, qui représente une moelle extrarachidienne, a, lui aussi, on n'en peut douter, une double communication, par voie afférente et efférente, avec les organes et les surfaces réceptrices qu'il met en relation fonctionnelle, au moyen de ses arcs réflexes. Des viscères à ses ganglions et de ses ganglions aux viscères, s'étendent à coup sûr *deux* ordres de conducteurs de nature radiculaire; mais la dissémination de ses centres ganglionnaires, depuis la chaîne prévertébrale jusqu'au contact des organes et des éléments qu'il gouverne, aussi bien que la gracilité des tractus qui représentent ces voies de communication, enlèvent sa raison d'être à la séparation anatomique des deux ordres de conducteurs, en tout cas empêchent que nous puissions à l'œil nu la voir et l'utiliser; on ne la reconnaît que d'une façon indirecte, par l'orientation des neurones et, comme toujours, en superposant à ce caractère histologique les expériences faites sur les racines médullaires.

Préposé au gouvernement local des appareils qui règlent la nutrition (vaisseaux sanguins, lymphatiques et aériens, tube digestif et ses glandes, etc.), le grand sympathique est, de ce fait, éparpillé dans l'organisme; c'est l'inverse pour la moelle épinière, système centralisé en vue de réactions dirigées contre l'extérieur. La moelle est un système simple qui est à la disposition du cerveau infiniment plus complexe; elle est l'organe exécutif, qui traduit finalement en actes moteurs les représentations et élaborations cérébrales, plus ou moins longtemps poursuivies, sous forme de véritables expériences intérieures, aussi économiques que possibles. Le grand sympathique, d'une façon plus simple, mais au fond analogue, répète cette disposition. Lui aussi se surmonte d'un système plus complexe que celui que représentent ses ganglions extérieurs et qui est construit en vue des associations nécessitées par la nutrition d'ensemble; il trouve, dès la moelle elle-même, certaines masses de la substance grise de celle-ci qui sont pour lui ce que le cerveau est pour la moelle. Au surplus, le système nerveux est un, c'est-à-dire solidarisé dans toutes ses parties.

Cette séparation des deux grands départements du système nerveux, l'un pour les relations extérieures et l'autre pour les relations interorganiques, vu la façon dont elle s'est opérée, est précisément ce qui a mélangé les éléments radiculaires de l'un avec les éléments intercentraux de l'autre. Les fibres radiculaires du premier ont été étirées de bas en haut par le retrait de la moelle dans le canal rachidien; les éléments intercentraux du second ont été étirés en sens inverse, pour atteindre dans leur position extra-rachidienne ses ganglions primaires. Dans ce double chemin, ces deux ordres d'éléments ont suivi les lois propres de l'organisation des systèmes auxquels ils appartiennent; dans le cycle inférieur de l'un, simplicité schématique de la distribution des fibres suivant le sens de la conduction; dans le cycle supérieur de l'autre, multiplicité des associations réalisées par les chemins divers offerts au trajet des fibres.

La complication des relations établies entre l'axe gris médullaire et les régions supérieures de la substance grise (écorce cérébrale, couche optique, cervelet, olives, noyaux du pont, etc.) est bien connue : elle fait le fond des descriptions de l'anatomie et des fonctions propres du système nerveux; celle des ganglions du grand sympathique, avec les centres qui le surmontent (dont l'axe gris médullaire lui-même), l'est beaucoup moins. On ne peut entrer ici dans ces détails, mais on s'en fera une idée en sachant que, de la moelle à un ganglion du grand sympathique, des fibres descendantes peuvent exister dans les deux ordres de racines (dorsales et ventrales) et que ces fibres, toujours pour atteindre le même ganglion, peuvent procéder d'étages mul-

tiples de l'axe gris par des racines éloignées les unes des autres.

Si la dissémination du grand sympathique a créé des conditions qui nous masquent son système radiculaire, elle a, par compensation, singulièrement facilité l'étude de ses éléments intercentraux et permis de découvrir, dans le jeu réciproque de ceux-ci, une des fonctions les plus originales du système nerveux, l'*inhibition*[1]...

Par contre, dans les masses compactes de la substance blanche cérébrale ou médullaire, il n'est pas facile d'identifier les nerfs, difficilement isolables les uns des autres, sur lesquels on agit, et c'est ce qu'il faut pouvoir faire pour tirer d'une expérience des conclusions fermes : même problème, ainsi qu'on voit, que pour les fonctions des racines, trouver à l'état natif le corps pur ou facilement purifiable, dont on se propose d'étudier les propriétés.

VI. — Le temps physiologique.

En somme, le système nerveux est le siège d'un mouvement particulier, à peu près inconnu dans sa nature, mais auquel on peut assigner les trois caractères suivants : Ce mouvement est *circulaire*; il se réfléchit sur lui-même, non seulement dans les parties profondes du système, mais (par les organes qu'il provoque au mouvement) jusque sur les objets extérieurs qui lui restituent une partie de l'ébranlement qu'il a déchaîné contre eux. Dans les masses dites centrales, comme le cerveau, il est à croire qu'il se réfléchit, dans les deux sens, d'un étage à l'autre de la substance grise, d'une façon à peu près indéfinie, une fois qu'il y a été amorcé. Nos représentations sont des états dynamiques et non pas statiques du système nerveux. Il est donc, d'autre part *continu*, entretenu qu'il est, du reste, par des agitations (d'ordre spécifique) du milieu qui nous entoure, en même temps qu'il se décharge lui-même, par les organes moteurs, dans ce milieu. Enfin, il est *irréversible*. Les ondes qui le parcourent, amenées en lui par les voies des différents sens, interfèrent avec les ondes non seulement contemporaines, mais avec celles aussi dont l'écho se prolonge en lui, d'où une richesse de relations (associatives et dissociatives) véritablement infinie. Ce pouvoir à la fois de conservation, d'analyse et de synthèse du système nerveux, ces caractères ne sont pas suffisants à nous l'expliquer ; mais, à coup sûr, sans eux, il ne se comprendrait pas.

Ces caractères, remarquerons-nous pour finir, sont ceux des systèmes naturels qu'étudie l'Astronomie et aussi des systèmes artificiels, réglés sur les précédents, qui nous servent à mesurer le *temps physique*. Notre système nerveux est une horloge consciente de son propre mouvement ; et, si les systèmes sidéraux ou autres pareils, qui nous marquent l'heure, nous donnent une mesure plus exacte du temps, sont aptes, par la forme de leurs mouvements propres, à constituer, par leur association avec lui, un système total plus puissant et plus précis, cela tient à ce qu'ils ont quelque chose de commun avec lui, comme ces verres grossissants, qui ne sont utilisables par nous que parce qu'ils ont la structure de notre œil.

Il n'y a pas en nous *un* sens du temps, ni un organe du temps, pas plus qu'il n'y a *un* sens de l'espace, ni un organe de l'espace ; mais il y a en nous, et plus visiblement dans notre système nerveux que dans tout le reste de notre économie, une condition générale d'organisation qui répond à ce que nous appelons le *temps* et une autre qui répond à ce que nous appelons l'*espace*. Cette double condition, c'est dans le champ de la paire nerveuse, expérimentée par Magendie, qu'elle nous apparaît clairement. Entre le système nerveux et le monde extérieur s'établit, par la voie des racines, une circulation de ce quelque chose que, faute de le pouvoir mieux définir, on appelle l'excitation. La condition de la notion d'espace, c'est que le cercle soit fermé sur lui-même. La condition de la notion de temps, c'est que ce cercle ne soit praticable que dans un sens. Ainsi est créée en nous cette double toile de fond, aux bords fuyants et indistincts, mais à la trame continue, sur laquelle viennent s'ordonner toutes les impressions fournies par nos sens spécifiques, toutes nos sensations, tous les événements de notre existence.

J. P.-Morat.
Professeur à l'Université de Lyon

[1] L'inhibition est essentiellement une activité nerveuse, qui, en s'opposant à une autre activité nerveuse, suspend les effets de cette dernière, pendant qu'elle-même est en jeu ; exemple : suspension des battements du cœur par l'excitation du nerf pneumo-gastrique ou moyen sympathique des Anciens. En voulant très à tort rapprocher ce phénomène, si particulier dans son déterminisme, d'autres phénomènes n'ayant avec lui qu'une ressemblance tout extérieure, on a fini par le défigurer complètement et, avec l'altération du mot, la notion qu'il représentait s'est elle-même à peu près perdue. Sous la plume de la plupart de ceux qui l'emploient, le mot « inhibition » est devenu synonyme de paralysie. Equilibre ne veut pas dire impuissance.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Flammarion (Camille). — **La Planète Mars et ses conditions d'habitabilité.** *T. II.* — 1 *vol. gr. in-8° de* 600 *pages avec* 426 *dessins télescopiques et* 16 *cartes.* (*Prix* : 12 *francs.*) *Gauthier-Villars, éditeur. Paris,* 1909.

Il n'est pas de problème plus controversé, en Astronomie, que l'étude des surfaces planétaires et de leurs variations; il n'en est pas de plus minutieux, de plus délicat. Il exige une attention continue, une méfiance perpétuelle, et, depuis l'invention des lunettes et des télescopes, la question est restée sensiblement stationnaire jusqu'au milieu du XIXe siècle. A ce moment, les observations précises commençaient à apparaître, à se multiplier; mais le progrès était lent, d'abord à cause des variations singulières, et parfois très rapides, dans les détails des surfaces, modifications mystérieuses et déconcertantes au début; puis aussi, il faut bien l'avouer, parce que certains observateurs, emportés par la passion de leur sujet, dépassèrent les déductions vraiment légitimes de leurs observations pour entrer dans le domaine si captivant de l'hypothèse hardie. Alors se produisaient des réactions, et, plus était facile la critique, plus les dilettantes niaient les efforts persévérants, les observations cependant assurées, pour traiter de fantasmagories pures des déductions qui n'étaient qu'aventureuses.

C'est que le problème posé est beaucoup plus difficile qu'on ne pouvait l'imaginer *a priori* : l'influence de notre atmosphère et de son état local est considérable, et cette première cause de perturbation doit avant tout être écartée ; puis, la critique générale des résultats obtenus montre qu'il faut diminuer autant que possible les causes de divergence entre les divers observateurs, et que ceux-ci doivent accepter une discipline absolue dans tous les modes de notation et dans la façon d'utiliser leurs instruments très variés. Car la synthèse des détails d'une surface planétaire, par un instrument de plus en plus faible, nous permettra, seule, de suivre en ordre inverse l'analyse progressive des instruments puissants ; la connaissance certaine des configurations planétaires est à ce prix. La valeur scientifique du résultat et sa haute portée philosophique légitiment largement des efforts énergiques et persévérants.

Ainsi tous les efforts ont leur valeur et concourent au but commun ; toutes les observations doivent être utilisées sans parti pris. La difficulté — et elle est déjà bien assez grande — consiste à grouper les faits, à les comparer, à les contrôler mutuellement, pour en déduire l'état vraiment scientifique de nos connaissances.

Le problème a paru un instant résolu lorsque la photographie est entrée si brillamment en compte dans les recherches astronomiques : la plupart des professionnels crurent même qu'ils pouvaient s'en remettre définitivement à la plaque photographique, et cesser toute confiance aux déterminations visuelles. Ce fut, là encore, une grosse illusion. Au fur et à mesure que le rôle de la photographie allait en grandissant, on lui demandait plus de détails, plus de précision, plus de puissance; mais, en même temps, surgissaient de toutes parts des doutes sur la fidélité photographique, sur la stabilité et la permanence de la gélatine elle-même, qui se révélait capricieuse; et l'homogénéité des résultats, indispensable au point de vue scientifique, était loin d'être acquise. Le nouveau procédé avait créé, de toutes pièces, de nouveaux problèmes, ardus et délicats, qui sont loin d'être entièrement élucidés.

Certainement, c'est désormais à la photographie qu'il faudra *surtout* s'adresser : surtout, mais non pas exclusivement, la chose est assurée. Car, d'une part, la plaque a son langage particulier, qu'il faut savoir comprendre, puis interpréter ; d'autre part, si l'on peut se fier à elle pour la description des lignes, pour l'interpréter géométriquement, il ne faut pas oublier qu'elle a aussi ses *équations personnelles* dans la traduction des couleurs, et qu'il serait illusoire de la vouloir mettre en contradiction avec l'œil; enfin, ces couleurs elles-mêmes, traduites par un clair-obscur, n'ont pas une impression constante, et la traduction photographique dépend de lois fort mystérieuses dans lesquelles entrent les procédés chimiques et techniques du photographe. Ainsi, tant qu'on ne sera pas parvenu à amplifier et à vulgariser un procédé analogue au procédé Lippmann, la photographie restera muette — parfois dangereuse — sur ce côté de la question.

Il faut donc, jusqu'à présent, à côté de l'appareil photographique, un observateur attentif et exercé pour étudier les couleurs de toutes les taches, grandes et petites, les jeux de lumière et d'ombre : alors on peut espérer faire de véritables portraits d'une planète, comme ceux dans le style de Green, qui n'ont pas encore été dépassés, bien qu'ils soient assez pauvres en détails. D'ailleurs, les mêmes variations rapides des détails, si troublantes pour les observations visuelles, viennent compliquer le travail photographique : des épreuves différentes, de la même soirée, analysées par diverses personnes, ne paraissent pas avoir donné les mêmes résultats ! Encore une nouvelle difficulté qui surgit.

Malgré tout, le progrès se fait jour tout doucement : l'ouvrage récent de M. André sur les Planètes le prouve d'une manière surabondante, quoique le savant directeur de l'Observatoire de Lyon dissimule mal son scepticisme au sujet des plus récentes découvertes. Pour Jupiter, en particulier, ne doit-on pas admirer les dernières recherches de M. Williams ?

Mais il y a plus. Qui se serait douté que la science fût assez avancée pour fournir sur Mars deux volumes de 600 pages chacun, avec 1.016 vues télescopiques et 39 cartes géographiques de cette planète ? C'est pourtant le tour de force que vient d'accomplir M. C. Flammarion : ses beaux livres, édités avec luxe, contiennent toutes les observations faites depuis deux siècles sur ce monde voisin. Ce sont là de véritables annales de Mars : non seulement elles serviront aux astronomes et à tous les astrophiles de notre temps, mais elles constitueront un trésor inappréciable pour tous les chercheurs ultérieurs, et formeront la base absolue de tous les nouveaux travaux. Aussi est-ce avec grande raison que M. C. Flammarion a adopté le sous-titre d'Encyclopédie générale, et le volume actuel s'arrête à la fin du XIXe siècle.

D'ailleurs, à côté des observations et des dessins, l'auteur a placé un exposé des efforts théoriques que l'on a faits pour arriver à comprendre les manifestations de cette singulière planète : c'est là, à tous points de vue, une méthode excellente et fructueuse. C'est dans le volume suivant, assurément, que l'on verra la part exacte de la photographie, car nous entrons dans une ère nouvelle pour les études aréographiques. Sera-ce un triomphe ? Les plus récentes photographies de Lowell semblent l'indiquer : les disques supportent l'examen à la loupe ; ils apprennent souvent autant, parfois plus à certains égards, que les meilleurs disques dessinés au crayon, et les détails qu'ils présentent ne sont pas affectés d'équation subjective.

Nous ne pouvons entrer ici dans les détails de la topo-

graphie martienne : aussi bien, en outre, ce serait diminuer les éloges que nous voulons faire de cet ouvrage, puisque tout y est signalé, critiqué et classé avec la plus grande méthode, avec le meilleur esprit encyclopédique ; tous les détails reconnus par plusieurs observateurs sont notés, contrôlés, et l'on est en présence d'une quasi-certitude en matière de cartographie planétaire.

De plus, tous les problèmes sont étudiés, parfois élucidés, et il résulte une impression étrange après la lecture de cette Encyclopédie de M. C. Flammarion : il semble, véritablement, que l'on voyage sur un autre monde dont on saisit les dimensions, la densité et la distribution géographique, dont on connaît l'atmosphère, les climats et les saisons. Assurément, c'est la première fois que l'humanité terrestre a entre les mains la description aussi complète d'un autre monde, assez semblable à celui que nous occupons : est-ce suffisant pour nous laisser penser que Mars pourrait être habité, actuellement, par — comment s'exprimer! — par une race peut-être supérieure à la nôtre? Il semble bien que l'on en aperçoive déjà certaines manifestations dans plus d'une forme bizarre observée à la surface...

Mais le terrain ici se dérobe, scientifiquement. Nous ne pouvons que souhaiter très sincèrement à cet important travail un succès égal à celui des autres œuvres de l'astronome érudit et fécond qu'est M. C. Flammarion.

JEAN MASCART,
Astronome à l'Observatoire de Paris.

2° Sciences physiques

Voigt (W.), *Professeur de Physique mathématique à l'Université de Göttingen.* — **Magneto und Elektro-Optik.** — 1 *vol. in-8° de* 396 *pages.* (*Prix* : 17 *fr.* 50.) *B. G. Teubner, éditeur. Leipzig,* 1909.

Les phénomènes magnéto- et électro-optique sont pris une importance de plus en plus grande, au fur et à mesure des découvertes expérimentales. Ils justifient l'identité de nature des phénomènes électriques et des phénomènes lumineux, soupçonnée seulement par Faraday et Maxwell. Il semble même que l'étude de ces phénomènes nous promette encore d'autres résultats, et l'on peut supposer sans témérité qu'elle nous conduira quelque jour à une théorie générale de la matière, c'est-à-dire, en résumé, à une théorie générale du monde physique.

Jusqu'ici, les nombreux travaux dont ils ont été l'objet se trouvaient dispersés dans les diverses publications, et, sauf quelques monographies relatives à quelques-uns d'entre eux, nous n'en possédions aucun exposé d'ensemble. Il était donc assez difficile, surtout à celui qui n'avait pas suivi au jour le jour le développement de ces questions fondamentales, de se faire une idée exacte de leur état actuel. D'autant plus que les théories des divers auteurs, tout en gardant en commun un certain nombre d'hypothèses, diffèrent notablement dans leur développement.

On accueillera donc avec le plus grand intérêt l'ouvrage du Professeur Voigt, qui nous apporte l'exposé systématique dont on ressentait le besoin. Le Professeur Voigt était des mieux désignés pour cette tâche. Mathématicien de talent, ce qui n'exclut pas chez lui un sens très juste des réalités expérimentales, il s'est constamment préoccupé de ces questions, auxquelles tant ses travaux personnels que ceux qui ont été effectués sous sa direction ont apporté une contribution importante.

Comme point de départ, il a adopté la théorie des électrons, qui était tout indiquée. En effet, si cette théorie n'a pas encore revêtu une forme définitive, elle est actuellement celle qui permet de relier le plus grand nombre de faits.

Rappelons que cette théorie explique les phénomènes électriques et optiques par les mouvements de corpuscules très petits, ou électrons, possédant une masse mécanique et une charge électrique invariables. Cette masse mécanique et cette charge électrique sont supposées obéir aux lois générales de la Mécanique et de l'Electricité, telles qu'on les déduit des observations faites sur les corps de dimensions finies.

Ces électrons sont groupés en systèmes ou constellations, auxquels on peut donner le nom d'atomes ou de molécules. L'un des points délicats de la théorie consiste précisément dans la nature des liaisons qui doivent exister entre les électrons ainsi groupés.

L'extrême complication qu'on observe dans certains cas du phénomène de Zeeman oblige à supposer des liaisons assez compliquées aussi. M. Voigt fait remarquer qu'il ne paraît guère possible d'admettre pourtant que ces liaisons soient exprimées par des équations non linéaires, comme l'ont proposé quelques auteurs. Des équations non linéaires, en effet, ne satisfont plus au principe de superposition, c'est-à-dire à l'indépendance des vibrations de période différente.

Il préfère donc abandonner l'hypothèse admise par Lorentz de l'isotropie des groupes d'électrons. Si ces groupes ne sont pas isotropes, on conçoit aisément que leurs vibrations seront modifiées différemment par le champ magnétique suivant l'orientation de ce champ relativement au groupe.

L'ouvrage est divisé en dix chapitres :

1. Polarisation rotatoire magnétique. — 2. Phénomène de Zeeman. — 3. Théorie des phénomènes magnéto-optiques dans les corps isotropes normaux; remarques générales, dispersion et absorption dans la théorie des électrons, phénomènes longitudinaux, phénomènes transversaux. — 4. Essai d'une théorie des types compliqués de l'effet Zeeman. — 5. Phénomènes magnéto-optiques dans les cristaux absorbants. — 6. Phénomène magnéto-optique de Kerr. — 7. Théorie des électrons et phénomène de Kerr. — 8. Phénomènes électrooptiques dans les corps isotropes et anisotropes. — 9. Vibrations des électrons associés dans un champ électrique. — 10. Théorie des électrons et phénomènes électrooptiques.

Plusieurs reproductions, très bien venues, de photographies relatives aux différents cas de l'effet de Zeeman permettent de se faire une idée suffisamment exacte de ces phénomènes; elles ont d'autant plus de valeur que l'observation directe exige un matériel dont beaucoup de physiciens ne disposent pas.

MARCEL LAMOTTE,
Professeur adjoint à l'Université de Clermont-Ferrand.

Bayliss (W. M.), *Assistant Professeur de Physiologie à University College, London.* — **The Nature of Enzyme Action.** — 1 *vol. in-8° de* 90 *pages.* (*Prix* : 3 fr. 75). *Longmans, Green and C°, éditeurs. Londres,* 1909.

Depuis quelques années, l'étude expérimentale des diastases et la théorie de leurs effets sont à l'ordre du jour dans la plupart des laboratoires, où chimistes, physiciens et physiologistes s'efforcent de déterminer la nature et d'expliquer l'action de ces agents mystérieux.

L'importance du sujet justifie pleinement ces efforts, puisque chaque jour nous apporte de nouvelles preuves que les équilibres diastasiques forment la base de tout phénomène vital, comme s'ils en étaient la cause principale et peut-être unique.

Il est donc du plus haut intérêt de réunir et de coordonner, dans la mesure du possible, toutes les connaissances acquises sur cette question. Qu'est-ce que les Enzymes, comment s'exerce leur activité et d'où proviennent-ils ? C'est ce que le Professeur Bayliss a essayé d'apprendre à ses auditeurs de University College. L'ouvrage qu'il nous présente aujourd'hui n'est autre chose qu'un résumé de ses leçons ; il se borne, d'ailleurs, à y envisager les caractères généraux des diastases, sans s'arrêter à décrire chacune d'elles en détail.

M. Bayliss commence par examiner rapidement les

principaux catalyseurs minéraux, puis il en rapproche les diastases, qu'il n'hésite pas à considérer comme autant d'agents de catalyse, instables par nature et surtout très sensibles à l'action de la chaleur. Il déduit de là la notion bien connue d'un optimum de température spécifique : c'est le point où l'accélération thermique de l'effet catalyseur est exactement compensée par l'effet destructeur que la même élévation de température exerce sur l'enzyme.

Passant ensuite à l'examen physique des diastases, M. Bayliss nous les montre formées de colloïdes en suspension dans une solution parfaite. La phase solide de ce système hétérogène conserverait une grande énergie réactionnelle à cause de l'énorme développement de sa surface micellaire, et posséderait, comme tous les colloïdes, la faculté de s'unir par absorption à une foule d'autres substances. Le signe de leur charge électrique joue sans doute un rôle prépondérant dans ces phénomènes d'absorption.

L'auteur passe ensuite rapidement en revue les diverses méthodes qui permettent de préparer les diastases et de mesurer leur activité ; à ce dernier point de vue, il signale l'emploi du viscosimètre, applicable à l'étude des enzymes protéolytiques ou *protéoclastiques*, du réfractomètre, du spectrophotomètre et du colorimètre ; il recommande particulièrement la mesure des conductivités électriques, qui permet de suivre, sans modifier la composition du milieu, la réaction dans tous les cas où il y a mise en liberté d'un électrolyte acide, comme dans l'hydrolyse des graisses, ou salin, comme dans celle de la sinigrine.

Les actions diastasiques sont, au moins dans un certain nombre de cas, réversibles. M. Bayliss rappelle à ce sujet les diverses recherches qui ont permis d'établir ce point important de leur histoire. Peut-être faut-il faire quelques réserves à propos de cette affirmation de l'auteur que l'isomaltose est un simple isomère optique du maltose ; quant à cette opinion, exprimée plus loin (p. 55), que l'arrêt observé autrefois par Brown et Héron dans la saccharification diastasique de l'empois est dû à une action réversible capable de transformer le maltose en dextrine, on ne saurait l'accepter aujourd'hui, alors que nous savons que ce prétendu arrêt n'est qu'un ralentissement de l'hydrolyse.

Vient ensuite un long chapitre relatif aux lois numériques de l'action des enzymes. L'auteur y rappelle les différentes formules qui ont été proposées à ce sujet, puis fait remarquer avec raison que ces lois ne peuvent être aussi simples que celles qui régissent les autres effets de catalyse, parce que l'énergie de l'agent actif est, dans le cas des diastases, variable à chaque instant avec la composition du milieu dans lequel il fonctionne.

Déjà cette variabilité s'observe dans nombre de réactions d'ordre purement chimique, et c'est à ce propos qu'Ostwald a introduit dans la science la notion d'autocatalyse : dans la saponification par l'eau des éthers-sels, par exemple, il apparaît des acides qui accélèrent rapidement la vitesse de réaction tant qu'ils restent libres, puis la ralentissent s'ils sont capables de se lactoniser. L'autocatalyse peut ainsi être positive ou négative, suivant que les substances formées agissent dans le même sens que le catalyseur ou, au contraire, en sens inverse.

Dès lors, M. Bayliss compte parmi les causes qui tendent à retarder l'action diastasique :

1° La réversibilité ;

2° La combinaison de l'enzyme avec les produits de dédoublement ;

3° L'autocatalyse négative ;

4° La décomposition ou quelque transformation irréversible de l'enzyme ;

Et parmi les causes d'accélération :

1° La combinaison de l'enzyme avec le corps hydrolysable ;

2° L'autocatalyse positive.

Nous ne pouvons qu'approuver hautement ces conclusions, qui rendent bien compte de la complexité des phénomènes d'origine diastasique, comparés à ceux qui se manifestent dans l'emploi des catalyseurs minéraux.

L'auteur examine ensuite la question, bien obscure jusqu'ici, de l'union des enzymes, par combinaison chimique ou absorption, avec leur substratum, puis celle des co-enzymes, des anticorps et des substances zymogènes. A ce propos, il rappelle l'expérience capitale de Harden et Young, dans laquelle on voit la zymase de levure perdre ses propriétés fermentatives quand on la prive par filtration de sa partie colloïdale, d'ailleurs inactive, et la reprendre quand on la lui rend.

Il consacre enfin un assez court chapitre à l'étude de quelques systèmes complexes, en particulier du processus d'oxydation diastasique et de la fonction chlorophyllienne. Admettant l'hypothèse de Bach et Chodat, il considère les oxydases comme la réunion d'une peroxydase avec un peroxyde sans cesse renouvelable, mais constate qu'il est impossible d'expliquer d'une manière satisfaisante la spécificité de certains de ces enzymes, comme, par exemple, la laccase et la tyrosinase de M. G. Bertrand ; il est sans doute nécessaire, comme dans bien d'autres circonstances, qu'il existe quelque relation de structure entre le peroxyde et son substratum, pour que le premier puisse agir sur le second.

En résumé, le petit livre de M. Bayliss renferme un grand nombre de considérations intéressantes, dont quelques-unes personnelles, mais qui sont, en général, d'ordre théorique plutôt que d'ordre pratique. Le côté chimique de la question y est un peu négligé, et nous aurions aimé y voir plus d'indications expérimentales sur chacun des enzymes étudiés, mais il eût fallu pour cela donner à l'ouvrage la forme plus banale d'une suite de monographies et en accroître les dimensions au delà, sans doute, des limites que l'auteur s'était imposées. Tel qu'il est, il peut rendre de réels services, et la lecture s'en recommande à tous ceux qui s'intéressent à l'histoire des diastases.

L. Maquenne,
Membre de l'Institut,
Professeur au Muséum national d'Histoire naturelle

3° Sciences naturelles

Vélain (Charles), *Professeur de Géographie physique à la Faculté des Sciences de Paris.* — **Revue de Géographie annuelle.** *Tome II, année* 1908. — 1 *vol. in-4° de* 730 *pages, avec figures et planches.* (*Prix* : 15 *fr.*) *Delagrave, éditeur. Paris,* 1909.

Ce nouveau volume renferme, comme le premier, un grand nombre de Mémoires intéressants à divers titres.

Dans une originale *Étude analytique du relief de la Corse*, M. J. Deprat met en évidence, d'une manière saisissante, les contrastes de structure entre la Corse cristalline et la Corse sédimentaire. Il montre que ces deux régions, accolées dos à dos, sont si complètement étrangères l'une à l'autre dans leurs formes extérieures que, bien loin de se prolonger, les directions générales de leurs accidents tectoniques sont presque orthogonales. L'auteur, entrant dans le détail, analyse ensuite les facteurs génétiques du modelé des côtes et du relief intérieur, en insistant sur le rôle prépondérant de la distribution des massifs granulitiques. Des conséquences ethnographiques et économiques, dont M. Deprat nous promet pour bientôt l'exposé, viendront compléter heureusement cette consciencieuse étude de Géographie physique.

La majeure partie du volume est consacrée à un important travail de M. le Capitaine G. Perrier sur *La figure de la Terre.* L'auteur, qui a pris pendant plusieurs années une part très active à la nouvelle mesure de l'arc méridien de Quito, ne s'est pas seulement proposé de nous initier d'une manière pittoresque aux difficultés rencontrées par les artisans de cette mémorable opération géodésique. Il a voulu surtout en montrer la haute importance scientifique, et, dans ce

but, faire un exposé logique du rôle de la Géodésie et des perfectionnements successifs imposés à ses méthodes par le souci, de plus en plus nécessaire, de l'exactitude.

Cette tâche séduisante était loin d'être inutile. Beaucoup d'esprits cultivés, tout en admirant le témoignage crucial apporté par les premières mesures géodésiques précises en faveur des plus hautes théories de la Mécanique céleste, s'étonnent parfois de voir poursuivre dans un domaine ayant pour objet principal l'étude du globe terrestre tout entier, une minutie scrupuleuse qui leur apparaît comme un luxe assez peu justifié. Le travail de M. Perrier sera pour tout lecteur attentif une démonstration convaincante de l'utilité que présente en Géodésie cette recherche incessante de l'absolu.

Avec une netteté parfaite, et sans entrer dans des développements mathématiques que ne comportait pas le cadre de ce recueil, l'auteur montre comment, pour mettre plus sûrement d'accord les résultats des anciennes mesures, on a été conduit, tout en perfectionnant les instruments, à préciser les idées théoriques qui doivent guider tout travail géodésique : forme la plus avantageuse à donner aux triangles, compensation du réseau, enfin réduction des observations à une surface de référence convenablement choisie.

L'impossibilité, bientôt reconnue, d'appliquer absolument tous les arcs mesurés sur le même ellipsoïde de révolution amène à l'étude plus délicate du géoïde. Ici, la méthode dynamique, susceptible en principe de faire connaître à elle seule la forme du géoïde, vient apporter aux mesures géodésiques un concours précieux. Mais comment choisir la surface de niveau à laquelle on rapportera les mesures de gravité effectuées sur la surface géographique du globe? Aucune question n'a été plus discutée, plus embrouillée même, et il faut savoir le plus grand gré à M. Perrier de guider le lecteur avec sûreté parmi le labyrinthe des définitions multiples du géoïde.

Les conceptions de Bouguer, de Stokes, de Faye, de M. Helmert et celle de M. Brillouin, la plus logique, assurément, sinon la plus en faveur auprès des géodésiens, sont tour à tour présentées avec leurs avantages particuliers; et la notion de la compensation isostatique de Pratt montre quels résultats précieux la Géologie est en droit d'espérer des travaux géodésiques futurs.

M. Perrier ne pouvait manquer d'indiquer la voie féconde nouvellement ouverte par l'adoption de la méthode hypsométrique, grâce à laquelle on peut mesurer la pesanteur en mer, c'est-à-dire sur la portion du géoïde à la fois la plus étendue, la seule réellement matérialisée, mais aussi la seule inaccessible aux mesures géodésiques. On en trouvera l'exposé dans la dernière partie du travail, avec ce qui concerne la variation des latitudes.

Tout cet aperçu théorique est excellent, et d'une lecture attachante. Tout au plus pourrait-on se demander si l'auteur, à son insu, n'a pas cédé parfois à la tendance d'exagérer la précision, déjà si remarquable, des résultats obtenus. Malgré tous les perfectionnements apportés à la détermination de l'heure, n'est-il pas un peu osé d'assurer que l'emploi du télégraphe électrique permet d'obtenir les différences de longitudes au 1/100 de seconde près? On ne peut que souhaiter la justification sans réserves de cette assertion par la publication des résultats de la récente détermination Paris-Greenwich.

Ayant ainsi éclairé le lecteur sur l'importance des opérations géodésiques, M. le Capitaine Perrier lui offre un historique comparatif fort intéressant des mesures de la méridienne de Quito effectuées au XVIIIe siècle par les académiciens, et dernièrement par le Service géographique de l'Armée. On y trouvera, une fois de plus, la preuve qu'à toute époque la science française n'a jamais reculé devant les plus grandes difficultés matérielles pour la simple conquête d'une décimale minime qui, en dépit de son apparence négligeable, n'en révèle pas moins l'existence d'un de ces faits à grand rendement dont parle M. H. Poincaré.

La seconde partie de la Revue renferme d'abord un article de M. A. Berget sur *Les Méthodes et les instruments du géographe voyageur*, où les explorateurs trouveront de fort judicieux conseils. Certaines prescriptions, néanmoins, eussent encore gagné à être un peu plus précisées dans le détail. C'est ainsi que, dans l'exposé de la méthode graphique empruntée au Général Berthaut pour la détermination de la latitude, l'omission de la prescription essentielle de retourner la lunette du théodolite en passant d'un bord à l'autre du soleil risque de rendre peu compréhensible la solution de continuité entre les deux courbes corrigées l'une et l'autre pour le centre de l'astre. Mais l'auteur avait évidemment en vue plutôt des indications générales qu'un formulaire pratique pour chaque cas particulier.

On lira enfin avec fruit les *Notes sur le Pérou*, de M. Guibeaud, un substantiel bilan de la *Colonisation européenne dans le monde*, de M. Zimmermann, et une étude comparative des limites de la *Glaciation quaternaire* et de la glaciation actuelle en Maurienne et en Tarentaise, de M. P. Girardin.

E. Fichot,
Ingénieur hydrographe de la Marine.

Mayet (Lucien), *Docteur en Médecine et Docteur ès Sciences, Chargé de Cours à l'Université de Lyon*, et **Lecointre** (Comtesse Pierre). — **Etude sommaire des Mammifères fossiles des Faluns de la Touraine.** — 1 *fascicule de* 72 *pages des Annales de l'Université de Lyon. Baillière et fils, éditeurs. Paris*, 1909.

Cette monographie est une contribution des plus intéressantes à l'étude scientifique des faluns, et qui prend place, à la suite des grandes publications d'ensemble, parmi les meilleures études régionales.

La nouvelle série de documents paléomammalogiques que les auteurs ont mis au jour infirme, sur plusieurs points, les opinions reçues, et confirme l'individualité et les caractères propres de la faune des faluns.

Il faut remercier M. le Dr Mayet et Mme la comtesse Lecointre, — qui donne à la science tout le temps dont elle dispose —, d'avoir attiré une fois de plus l'attention sur l'intérêt que présente l'étude de la faune des Mammifères des faluns, qui se place parmi les faunes ayant le plus directement précédé l'apparition de l'Homme sur le sol français.

4° Sciences médicales

Marie (Dr A.), *Médecin en Chef de l'Asile de Villejuif, Directeur du Laboratoire de Psychologie de l'Ecole des Hautes-Etudes.* — **L'Audition morbide.** — 1 *vol. in*-16 *de* 146 *pages de la Bibliothèque de Psychologie expérimentale.* (*Prix* : 1 *fr.* 50.) *Bloud et Cie, éditeurs. Paris*, 1909.

« Les sens spéciaux précisent nos connaissances en se contrôlant mutuellement, et nous donnent l'appréciation la plus pénétrante possible des réalités qui nous entourent.

« On conçoit donc, toutes choses égales en ce qui concerne les voies d'association intellectuelles centrales, que l'obstruction des voies centripètes et de réception d'un ou plusieurs sens spéciaux altèrent secondairement notre appréciation du monde réel ambiant; si ces altérations sont précoces ou congénitales, on conçoit même que l'insuffisance sensorielle puisse entraîner l'insuffisance intellectuelle. Au premier rang des sens spéciaux, l'ouïe, sens intellectuel par excellence, puisque sens du langage articulé, est particulièrement à considérer dans ces altérations morbides fonctionnelles. »

Il est donc intéressant d'étudier les perturbations qui appartiennent en propre au sens spécial de l'ouïe,

et de chercher à définir la part qui revient à ces perturbations dans le fonctionnement mental.

« Les dégénérés à insuffisance auditive ne forment que des jugements incomplets et défectueux sur les impressions sonores. Chez eux, l'image auditive suscite mal l'idée. C'est qu'il leur manque, de même qu'aux débiles visuels, bien qu'à un plus faible degré, l'attention volontaire suffisante. » Par une éducation spéciale de l'attention, on peut perfectionner notablement ces sujets. Par là, on entrevoit l'intérêt pratique de cette étude.

L'auteur examine successivement deux sortes de troubles de l'audition : les troubles par défaut, *hypoacousie*; les troubles par excès, *hyperacousie*. Il passe en revue les mécanismes de l'audition et les différents troubles morbides qu'elle peut présenter, soit que le sujet, par suite du développement imparfait de son appareil auditif, se montre incapable de percevoir certains sons, soit que, les percevant, il ne puisse les interpréter. Chez les hyperacousiques, on n'observe pas une acuité plus vive de l'organe sensoriel, mais la réaction disproportionnée du cerveau à une excitation banale.

Un index bibliographique complète cette étude.

5° Sciences diverses

Mach (Ernst), *Professeur à l'Université de Vienne.* — **La Connaissance et l'Erreur**, *traduit sur la dernière édition allemande par* M. le Dr Marcel Dufour, *Professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Nancy.* — 1 *vol. de la Bibliothèque de Philosophie scientifique.* (*Prix* : 3 fr. 50.) *Ernest Flammarion, éditeur. Paris*, 1909.

Le livre de M. Mach contient une méthodologie scientifique et une psychologie générale de la Connaissance. Et, à ce titre, il intéresse à la fois les savants et les philosophes.

En analysant les voies par lesquelles le savant aboutit à la découverte d'une vérité, M. Mach s'est convaincu que l'activité scientifique n'est en somme qu'une modification aiguisée, affinée, de l'activité déployée journellement par les hommes à l'état de nature et à l'état civilisé, et même de l'activité instinctive des animaux. Pour lui, tout le travail scientifique, en effet, comme la vie psychique dans ses diverses manifestations, a comme source profonde les *exigences biologiques*, et pour point de départ la *sensation*.

Nos sensations sont le fondement de toutes nos perceptions physiques, et on les retrouve aussi à la base de nos souvenirs, représentations, sentiments, volontés et concepts. C'est pourquoi il faut s'attacher avec le plus grand soin à cette étude de la sensation. Le premier bénéfice qu'on en retire est de se débarrasser immédiatement de certains préjugés philosophiques qui encombrent les recherches actuelles et sont restés comme les débris de recherches antérieures. Au nombre de ces préjugés se trouve la croyance qu'entre le physique et le psychique il y a une démarcation nettement tranchée. Le physique et le psychique ont, au contraire, des éléments communs, et leur point d'attache est dans la sensation. Quand on remonte au point de vue primitif, quand on essaie d'examiner les faits avec une naïveté voulue, on s'aperçoit qu'il n'y a pas de choses isolées, qu'il n'y a pas d'un côté les « corps », la « réalité extérieure », et, d'un autre côté, le « moi », le « sujet pensant ». L'antagonisme que la pensée vulgaire a créé, à tort, entre le « phénomène » et la « chose » se retrouve en philosophie entre l'inconnaissable « chose en soi » et les « apparences ».

Après avoir montré l'importance de la sensation dans la vie psychique, M. Mach insiste sur le rôle, considérable aussi, des associations. Etant donné que les faits offrent une fixité et une périodicité approximatives, c'est sur les associations d'idées que reposent toutes les adaptations psychiques du milieu, toutes les expériences vulgaires, et même toutes les expériences scientifiques. M. Mach examine la formation des associations chez de jeunes animaux, puis chez l'homme, et il remarque que le principe est le même ; il n'y en a qu'un seul : le principe de simultanéité.

L'étude que M. Mach consacre au « concept » est une des parties les plus fines, les plus pénétrantes du livre. Il montre que la formation du concept n'est pas instantanée comme celle d'une représentation sensible; elle n'est pas simple, elle n'a lieu que lentement au cours du temps, et c'est pourquoi il est difficile de retrouver dans la conscience un contenu intuitif, concret, qui en épuise complètement le sens. Le point de départ du concept est pourtant la représentation simple, mais qui s'est enrichie peu à peu, grâce aux associations, aux souvenirs multiples emmagasinés dans une foule d'expériences et de réactions. Ce n'est qu'avec effort, et lentement, que nous arriverions à évoquer les représentations concrètes embrassées par le concept. « Avec le sentiment de la *possibilité* certaine de la reproduire, l'*intuition potentielle* doit ici remplacer l'intuition actuelle. »

La fin du livre est consacrée plus particulièrement à l'activité scientifique.

Le travail scientifique peut se ramener à deux parties essentielles : d'abord, l'adaptation des pensées aux faits dont on doit obtenir une image suffisamment exacte, ensuite l'adaptation des pensées entre elles. L'adaptation des pensées aux faits, c'est, pour mieux dire, *l'observation*. L'adaptation des pensées entre elles dépasse ce qu'exige la logique, c'est-à-dire l'absence de contradiction. Toute simplification dans les pensées, tout allégement pour la mémoire, tout arrangement qui ménage la plus grande *économie* possible d'effort intellectuel est un progrès dans le sens de cette adaptation. En somme, le travail scientifique répond au besoin que nous avons de nous orienter, de nous reconnaître à travers la multitude des faits.

Examinant ensuite dans le détail l'activité du chercheur, M. Mach distingue l'expérimentation *mentale* de l'expérimentation *physique* qui la suit et la précise. Il étudie d'une façon concrète, avec d'excellents exemples à l'appui, la méthode des *variations*, la méthode de la *sommation des effets*, celle de la *compensation* et les méthodes de *zéro*.

Il étudie également d'une façon très fine le rôle de la similitude et celui de l'analogie comme motifs directeurs de la recherche scientifique. La similitude lui apparaît comme étant une identité partielle, l'analogie une similitude d'ordre abstrait.

Dans le chapitre si intéressant sur la psychologie de la déduction et de l'induction, M. Mach montre que le syllogisme et l'induction n'augmentent pas nos connaissances : elles ne font que les ordonner. C'est seulement par l'observation et l'abstraction que nos connaissances s'étendent.

L'œuvre se termine par une étude sur le sens et la valeur des lois scientifiques. La définition de la loi est originale. « D'après leur origine, les lois naturelles sont des restrictions que, conduits par l'expérience, nous prescrivons à notre attente des phénomènes. »

Le livre de M. Mach est digne des plus grands éloges d'un bout à l'autre. Je ne veux pas dire qu'il n'appelle pas la critique ou la contradiction sur plus d'un point. Mais cela même est le fait des œuvres nouvelles et fortes qui obligent le lecteur à renouveler et à contrôler ses propres idées. On n'en regrette que plus vivement l'absence de deux chapitres concernant les théories de la Géométrie, et qui ont été supprimés comme faisant double emploi avec ce que M. Poincaré a écrit sur la question. La rencontre, sur un même point important, de deux esprits éminents, n'eût sans doute pas été entièrement dépourvue d'intérêt.

Léon Jalouzstre,
Ancien élève de l'Ecole normale supérieure,
Agrégé de l'Université,
Professeur au Lycée
et à l'Ecole de Médecine d'Amiens.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 12 Juillet 1909.

1° Sciences mathématiques. — M. **H. Lebesque** complète une démonstration relative aux suites de fonctions naturelles. — M. **D. Pompeiu** présente ses recherches sur les singularités des fonctions analytiques uniformes. — M. **Edm. Maillet** étudie le mouvement de *n* réservoirs (d'eau avec surface libre, de gaz, de chaleur), communiquant deux à deux. — M. **L. Fabry** déduit, de l'examen des pays atteints par le tremblement de terre du 11 juin en Provence, que l'écorce terrestre a été frappée de bas en haut par une masse sous-jacente. — M. **A. Angot** signale l'enregistrement, à l'Observatoire du Parc Saint-Maur, d'une perturbation sismique le 7 juillet, dont l'épicentre doit se trouver dans la région de l'Hindou-Kouch ou du Pamir.

2° Sciences physiques. — M. **Tscherning** préconise un nouveau genre de verres de lunettes, dits orthoscopiques, où la distorsion a été supprimée en les rendant aplanétiques pour un point situé à l'endroit de la pupille. — M. **G. Reboul** décrit un appareil permettant de déceler les phénomènes électriques qui se produisent pendant les réactions chimiques. Il conclut que dans tout milieu où se produit un bouleversement moléculaire, il y aurait production d'électricité. — M. **B. Szilard** a séparé l'uranium X de l'uranium en précipitant de l'hydrate de fer au sein des solutions d'uranium, lequel précipité entraîne la majeure partie de l'uranium X. Ce dernier, à l'état de pureté, serait 10 milliards de fois plus actif que l'uranium en équilibre radio-actif. — M. **M. Kernbaum** a vérifié que les rayons pénétrants du radium décomposent l'eau avec formation de H^2O^2 et H^2; l'effet paraît dû entièrement à l'action des rayons β. — M. **G. Moreau** a reconnu qu'une lame de métal chauffée peut être facilement traversée par les ions négatifs produits dans une flamme. La vitesse de diffusion est proportionnelle à la différence des pressions des ions de part et d'autre de la lame. — M. **T. Bialobjeski** a observé que les rayons α émis par le polonium produisent dans le soufre, pris comme diélectrique, un courant très fort au début, qui se réduit rapidement à zéro, tandis que le rayonnement pénétrant produit un courant qui s'affaiblit avec une extrême lenteur. — M. **G. D. Hinrichs** critique la solution proposée par M. Dubreuil pour l'équation de condition relative au calcul des poids atomiques. — M. **D. Gernez** montre que l'opacification des cristaux transparents de sulfate de sodium heptahydraté au contact des cristaux du décahydrate est due à la pénétration, dans les réseaux cristallins des premiers, de solution sursaturée ambiante des seconds. — M. **de Forcrand** a constaté que l'hydrate normal du carbonate de rubidium $Rb^2CO^3.1,5H^2O$ donne un monohydrate par efflorescence. Au contraire, $Cs^2CO^3.1,5H^2O$, chauffé vers 98°, fournit lentement, mais sans arrêt, le sel anhydre. — M. **R. Dubrisay** a reconnu que l'élévation de température est sans action sensible sur la décomposition hydrolytique du bromure de bismuth; il ne se précipite qu'un seul oxybromure. — MM. **L. Guillet** et **Ch. Griffiths** montrent que le carbone pur ne cémente par le fer dans le vide si l'on se met à l'abri des gaz; mais, si l'on assure le contact, la cémentation a lieu; elle augmente avec la pression, tout en étant très lente. — MM. **G. Urbain**, **F. Bourion** et **Maillard** décrivent les méthodes qui leur ont permis d'extraire le lutécium des terres de la gadolinite et de le séparer du scandium et du thorium qui l'accompagnent dans ce minéral. — M. **M. Guerbet**, en faisant réagir l'alcool isopropylique sur son dérivé sodé, a obtenu le méthylisobutylcarbinol déjà connu et le diméthyl-2 : 4-heptanol-6, Eb. 194°-195°. — MM. **A. Wahl** et **P. Bagard** ont préparé les iso-indogénides de quelques aldéhydes aromatiques, par condensation de ces dernières avec l'oxindol au sein de l'alcool bouillant. Ce sont des composés colorés en jaune. — M. **M. Mirande** a constaté que, sous l'influence des vapeurs dégagées par les substances qui d'ordinaire suspendent la fonction chlorophyllienne (Hg, CS^2, chloroforme, etc.), les plantes qui contiennent des composés cyaniques exhalent de l'acide cyanhydrique. Il en résulte un procédé rapide de recherche de ce dernier dans les plantes. — M. **L. Guignard** a observé de son côté que, si l'on fait agir des anesthésiques ou le gel sur certaines plantes contenant des glucosides, ces derniers sont dédoublés en leurs constituants. — M. **C. Gerber** a reconnu que la présure de la Belladone se trouve dans toutes les régions du cylindre central de la tige, même le bois; c'est la plus résistante à la chaleur des présures végétales. — M. **N. A. Barbieri** a fractionné la bile de bœuf en 4 parties : principes solubles dans l'éther de pétrole (cholestérine, huile de bile), dans l'eau (biline), dans l'alcool (sels sodiques biliaires), dans le chloroforme (biliverdine). — MM. **E. Kayser** et **A. Demolon** montrent qu'après fermentation la cellule de levure se comporte comme une cellule normale, respirant normalement et brûlant, en particulier, les acides organiques. — MM. **Maurain** et **G. Warcollier** ont constaté que les rayons ultra-violets, agissant sur des couches minces de cidre pur ou des couches plus épaisses de cidre dilué, arrêtent la fermentation des cidres doux. — MM. **J. Courmont**, **Th. Nogier** et **A. Rochaix** montrent que l'immersion prolongée d'une lampe en quartz à vapeur de mercure dans de l'eau renfermant de l'oxygène ne produit pas d'ozone et modifie peu les matières dissoutes.

3° Sciences naturelles. — MM. **J. E. Abelous** et **E. Bardier** : Action de l'urohypotensine sur la pression artérielle (voir p. 682). — MM. **Th. Nogier** et **Cl. Regaud** ont constaté qu'à égalité de rayonnement l'épithélium est beaucoup plus vulnérable que les tissus profonds par les rayons X mous que par les rayons durs. Par contre, les spermatogonies sont beaucoup plus vulnérables par les rayons durs. — MM. **Florence** et **Clément** montrent que l'élimination du sucre dans l'épilepsie est irrégulière, prolongée, polycyclique; la glucosurie serait due à des excitations réflexes parvenant au foie. — MM. **J. Gautrelet** et **L. Thomas** ont observé que le sérum du chien privé de surrénales a une action hypotensive; celle-ci paraît due à la présence de la choline. — M. **Ch. Nicolle** est parvenu à transmettre le typhus exanthématique de l'homme au chimpanzé et, après passage par celui-ci, au bonnet chinois, espèce commune, par inoculation du sang. — M. **E. Fauré-Frémiet** a reconnu que les mitochondries sont insolubles dans l'acétone, l'alcool, l'éther et le chloroforme; mais, après l'action de ces solvants des graisses, leur affinité pour l'acide osmique diminue fortement et certaines colorations ne peuvent plus s'effectuer. — M. **J. Pellegrin** a étudié la faune ichtyologique du lac Victoria; sur 65 espèces connues, 49 lui sont spéciales. Jusqu'à une période récente, le lac est resté séparé du Nil. — M. **Aug. Michel** poursuit ses recherches sur les Syllidiens en stolonisation et en régénération. — MM. **A. Laveran** et **A. Pettit** ont trouvé chez le *Pituophis melanoleucus* une hémogrégarine nouvelle, qu'ils nomment *H. pituophis*; ses kystes présentent une résistance remarquable. — M. **Aug. Chevalier** signale la présence

de sortes de tourbières sur les rochers granitiques de l'Afrique tropicale, constituées par le feutrage des racines et rhizomes de l'*Eriospora pilosa*. — M. V. Roussanof a déterminé les fossiles trouvés dans les schistes argileux noirs de la Nouvelle-Zemble; ils appartiennent au Silurien de Bohême, ce qui montre qu'à cette époque il y avait une large communication entre la mer arctique et la mer de l'Europe centrale. — M. A. Gautier a observé que les gaz des fumerolles volcaniques sont ceux qu'on obtient en distillant au rouge dans le vide les roches primitives; la vapeur d'eau en forme la partie la plus abondante et elle est bien d'origine interne. CO^2 diminue à mesure qu'on s'éloigne de l'éruption. Le gaz qui se dégage des anciens cratères est surtout du CO^2.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 10 Juillet 1909.

M. Ch. Dopter a isolé du rhino-pharynx quelques germes voisins du méningocoque, mais en différant par l'inagglutinabilité et l'épreuve de la saturation des précipitines; il les nomme paraméningocoques. — M. A. Sicre recommande d'utiliser, pour la recherche de l'indol dans les cultures microbiennes, des peptones qui n'en contiennent pas, c'est-à-dire celles de Chaix, Witte ou Poulenc. — M. A. Therre a observé chez la chèvre en état de lactation physiologique, des variations légères du nombre des globules rouges et insignifiantes du chiffre des leucocytes, puis une élévation du taux de l'hémoglobine. — M. G. Dubreuil estime que les lymphocytes sortis d'un vaisseau et tombés en tissu conjonctif peuvent, dans certaines conditions, aiguiller soit vers la lignée des cellules connectives, soit se transformer en plasmazellen. — MM. Ch. Achard et M. Aynaud ont constaté que les globulins du sang d'un animal préparé pour l'anaphylaxie sont excessivement sensibles à l'agglutination. — MM. L. Lesourd et Ph. Pagniez ont observé que le sérum syphilitique donne une réaction précipitante qui paraît spécifique vis-à-vis des solutions de glycocholate de soude. — M. J. Verne a étudié les phénomènes de régénération de l'épithélium de l'appendice iléo-cæcal après une inflammation aiguë. — MM. C. Vaney et A. Conte montrent que les cellules vitellines de l'œuf du ver à soie ne jouent pas le rôle passif de sacs à réserves; elles résorbent leurs globules vitellins, créant un matériel nutritif fluide que l'embryon emprunte par osmose. — MM. J. E. Abelous et E. Bardier montrent que la baisse de pression consécutive à une injection intra-veineuse d'urohypotensine est le résultat d'une vaso-dilatation généralisée par excitation périphérique. — M. G. Billard signale l'immunité naturelle du Lérot commun (*Eliomys nitela*) contre le venin de la vipère. — MM. Maurel et Carcanague ont constaté que le blanchiment (ébullition) des légumes dans l'eau pendant trente minutes diminue beaucoup leur richesse saline, surtout en sels de potasse; elle paraît les rendre plus digestibles. — M. E. Laguesse a reconnu que le nombre des îlots endocrines du pigeon augmente considérablement pendant la période de jeûne, pour diminuer de nouveau pendant celle qui suit le retour à la ration normale. — M. Lafforgue a inoculé à des cobayes le sang de cobayes tuberculeux; dans deux cas sur quatre, le résultat a été positif; la tuberculose qui s'est développée affectait la forme ganglionnaire. — MM. C. Mathis et M. Léger signalent la présence d'un leucocytozoaire chez les chiens du Tonkin. — MM. A. Netter et R. Debré ont constaté que l'absorption du sérum injecté dans la cavité rachidienne, au cours de la phase aiguë de la méningite cérébrospinale, se fait à peu près aussi vite que si le sérum était injecté sous la peau. — M. A. Guilliermond a observé chez un bacille de l'intestin de l'*Echinocardium cordatum*, un filament axial fortement colorable. — M. E. Brumpt a reconnu que le *Balantidium coli* est inoculable d'un animal à un autre, en reproduisant la dysenterie; il se reproduit par division transversale et s'enkyste par conjugaison. — MM. H. Labbé, G. Vitry et Touyéras ont constaté que l'indosé organique urinaire est plus élevé chez le tuberculeux et plus faible chez l'obèse qu'à l'état normal. — MM. N. Fiessinger et P. Marie ont vérifié qu'il existe une lipase commune à tout l'appareil lymphoïde; elle est surtout abondante dans les ganglions; elle diminue dans la rate et fait défaut dans les tissus médullaires. — MM. L. Gaucher et R. Abry ont isolé des gélatines commerciales un bacille pathogène présentant tous les caractères du vibrion septique. — M. S. Marbé montre que le sérum, dans la réaction de Wright, stimule les leucocytes, mais que cette stimulation est dépourvue de toute spécificité. — M. E. Fauré-Frémiet a reconnu que les cils du *Trichodinopsis paradoxa* sont en réalité des spirilles qui vivent en symbiose étroite avec cet Infusoire. — MM. L. Lapicque et H. Cardot ont observé des actions polaires antagonistes dans l'excitation électrique du cœur de l'escargot. — M. N. Girard-Mangin a constaté que les poisons cancéreux agissent à petite dose; ils sont coagulés en totalité par l'alcool et par la chaleur; ils ne dialysent pas; ce sont là des caractères généraux des substances colloïdales. — M. L. Launoy montre que le sérum des chiens atteints de lymphosarcome, spontané ou d'inoculation, ne possède pas de pouvoir antitryptique supérieur à celui des chiens normaux. — M. A. Fava a reconnu que le *Sporotrichum Beurmanni* est capable de produire des gommes de la conjonctive, de la cornée et de l'iris chez le lapin. — M. Ch. A. François-Franck décrit un appareil de contrôle pour les indications comparatives des manomètres à mercure et à cadran et du sphygmoscope. — M. S. Mutermilch a constaté que la réaction de Wassermann dans la syphilis ne décèle pas de vrais anticorps dirigés contre les trépomènes. — MM. A. Gilbert et E. Chabrol montrent qu'il est possible d'obtenir la sclérose du pancréas à la suite de ligatures vasculaires du système porte. — M. J. Nageotte a observé dans le corps des cellules nerveuses des formations distinctes des mitochondries qu'il nomme « grains spumeux ». — M. S. Poggenpohl a reconnu que, chez les cobayes tuberculeux, le principe stimulant la phagocytose n'est pas spécifique, car il exerce son action vis-à-vis de microbes étrangers.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 2 Juillet 1909.

M. Klein : *Nouvelle pompe à mercure automatique.* — Cet appareil se compose essentiellement de deux récipients de verre reliés d'une façon rigide par un tube de la même substance. L'un des récipients joue le rôle de la boule-pompe des pompes à mercure classiques; l'autre récipient, un gros tube renflé, remplace le récipient mobile de ces mêmes instruments. Au lieu d'être produit par le déplacement du récipient à mercure, le fonctionnement est produit par des variations alternatives de la pression qui s'exerce sur le mercure du récipient. Ces variations de pression sont réalisées automatiquement d'une manière très simple : un flotteur, qui se déplace dans le tube renflé sous l'influence des fluctuations de niveau du mercure, met alternativement ce tube en communication avec l'atmosphère et avec une trompe à eau, en soulevant ou en laissant retomber une soupape de verre, qui établit ou supprime la communication avec l'atmosphère, tandis que le flotteur lui-même, rodé à sa partie supérieure, obture ou découvre l'orifice d'un tube relié à la trompe à eau. L'évacuation des gaz aspirés dans la boule-pompe s'effectue suivant un processus nouveau : la boule-pompe est terminée par un tube vertical qui débouche à l'intérieur d'une autre boule, reliée à la trompe à eau. L'orifice supérieur du tube est noyé pendant le fonctionnement de l'appareil sous une couche de mercure, qui laisse passer les gaz de la boule-pompe vers la trompe à eau, mais qui

s'oppose au cheminement des gaz dans le sens opposé. L'agencement de l'appareil est tel qu'aucun robinet n'est nécessaire. Il n'y a pas d'autre manœuvre à faire pour le mettre en marche ou l'arrêter que d'actionner ou d'arrêter la trompe à eau. — M. **de Chardonnet** : *Sur l'œil des oiseaux et le rôle du peigne.* Au cours de ses études sur la transparence des milieux de l'œil, M. de Chardonnet a constaté que l'œil des oiseaux de nuit est plus transparent que tout autre pour les rayons ultra-violets. Il eût été intéressant de constater chez eux la perception de l'ultra-violet seul. Les expériences ont échoué par l'inertie de l'animal, qui n'accusait aucune sensation en passant de l'obscurité à la lumière, que cette lumière fût visible ou non pour l'homme. Cet insuccès fit penser qu'un organe dont on ne connaissait pas jusque-là la fonction pourrait bien intervenir dans cette circonstance : Lorsqu'on disèque l'œil d'un oiseau quelconque, on est frappé d'y rencontrer un organe auquel les naturalistes ont donné (provisoirement au moins) le nom de *peigne*. On s'en ferait mieux une idée en le dénommant *ombrelle*. Cet organe est formé d'une membrane mince, noire, opaque, dont le centre est inséré sur la rétine là où le nerf optique pénètre dans l'œil; le développement de cette ombrelle correspond à la surface de la rétine, qui se trouve complètement masquée lorsque cette ombrelle est ouverte. Il paraissait donc logique de supposer que c'est là un écran destiné à protéger la rétine contre une lumière trop vive, qu'elle soit visible pour nous ou bien ultra-violette. M. Gayet, alors professeur d'Ophtalmologie à la Faculté de Médecine de Lyon, voulut bien examiner avec l'ophtalmoscope un œil d'oiseau; il opéra sur un coq. Le résultat de cette expérience fut très net : l'oiseau, mis en présence d'un objet brillant, étalait son *peigne* sur sa rétine et se trouvait à l'abri de toute sensation lumineuse; dès lors, la fonction du peigne semble nettement déterminée. Si le coq est hypnotisé devant un point brillant, c'est qu'il se rend volontairement ou automatiquement aveugle; si l'aigle regarde le Soleil en face, c'est qu'il ne le voit pas. — M. **W. Duane** : *Sur la chaleur dégagée par les corps radio-actifs.* L'auteur a constaté que le polonium et le radiothorium dégagent de la chaleur, et il a pu effectuer des mesures quantitatives. La méthode de mesure est basée sur l'augmentation rapide de la tension de vapeur d'un liquide très volatil quand la température s'élève. Deux récipients de verre sont réunis par un tube capillaire. La moitié du volume des récipients est remplie du liquide volatil et presque tout l'air est retiré des récipients. Une petite bulle d'air est placée dans le tube capillaire, et l'on observe le déplacement de cette bulle à l'aide d'une lentille et d'une échelle. Deux tubes de verre plongent dans le liquide, et, si l'on introduit dans un de ces tubes une substance qui dégage de la chaleur, la tension de vapeur augmente et le liquide pousse la petite bulle d'air. Le déplacement de la bulle dû à une petite quantité de chaleur est très grand. Pour protéger l'instrument contre les variations de température extérieure, il est enveloppé d'une série de boîtes métalliques et d'ouate, et le tout est placé dans un thermostat à chauffage électrique. En introduisant la source de chaleur dans le tube, on peut employer plusieurs méthodes pour mesurer la quantité de chaleur dégagée; mais l'auteur préfère une méthode de compensation, dans laquelle la chaleur est absorbée par un courant électrique (effet Peltier) en même temps qu'elle est produite. Il est très important de savoir si, en général, la chaleur dégagée par un corps radio-actif est équivalente à l'énergie des rayons de ce corps. L'auteur obtient des renseignements sur cette question en comparant la chaleur dégagée par le polonium avec celle dégagée par le radium privé de l'émanation et de l'activité induite. Les mesures de chaleur indiquent que le sel de polonium employé dégage 0,0117 grammecalorie par heure. L'auteur constate que si ce polonium est déposé en couche mince sur une lame de métal, il produit la même ionisation que $0^{mg},749$ de bromure de radium, déposé également en couche mince. Cette quantité de radium dégage 0,04 grammecalorie par heure. Le fait que la quantité de chaleur dégagée par le polonium est très voisine de celle dégagée par le radium est favorable à l'hypothèse que la chaleur est due à l'énergie cinétique des rayons α. — M. **H.-A. Perkins** : *Les courants continus produits par un champ alternatif dans les tubes de Geissler.* En faisant des recherches sur les tubes de Geissler, où une décharge était excitée par un champ électrostatique alternatif, l'auteur avait trouvé qu'un galvanomètre d'Arsonval intercalé dans le circuit du tube indiquait un courant dépendant de la manière dont le tube était excité, et de la pression du gaz dans le tube. Le dispositif adopté était le suivant : un anneau de laiton entourait le tube et était relié à l'un des pôles d'un transformateur capable de donner 2.000 volts. L'autre pôle était au sol. Si l'anneau était déplacé suivant l'axe du tube, la déviation du galvanomètre dépendait de la position de l'anneau. Si la pression du gaz dans le tube était de l'ordre de 2^{mm}, on trouvait deux valeurs maxima du courant de sens contraire, pour deux positions de l'anneau de chaque côté du centre; tandis que, au centre, la valeur était zéro, et aussi si l'anneau était trop près d'une des électrodes distantes de 2^{cm}. Avec les pressions de cet ordre, l'électrode la plus près de l'anneau était toujours le pôle positif du circuit extérieur. A un vide plus avancé, les stries apparaissaient et compliquaient le phénomène. A environ $0^{mm},1$ par exemple, on constatait plusieurs renversements du signe du courant en variant la position de l'anneau d'un bout à l'autre, et, à chaque changement du signe, il y avait toujours un changement brusque dans le régime des stries. Si le vide était poussé encore plus loin, on trouvait à environ $0^{mm},02$ des courbes très régulières reliant le courant et la position de l'anneau, avec deux maxima comme dans le premier cas; seulement leur sens était opposé et l'électrode la plus près de l'anneau était négative. Pour expliquer les courants produits aux pressions relativement élevées, l'auteur propose une théorie qui fait intervenir la différence de mobilité des ions positifs et négatifs produits par choc dans le gaz. En raison de la mobilité supérieure des ions négatifs, on peut expliquer les deux valeurs maxima du courant, le renversement du signe au centre et la polarité de l'électrode la plus près de l'anneau. Mais, dans le cas où le vide est plus avancé, la théorie s'appuie sur la différence des coefficients de diffusion des ions à travers la surface des électrodes : parce que, à une pression de l'ordre de $0^{mm},02$, les ions sont produits dans toute la longueur du tube, et la différence de mobilité a peu d'influence. En admettant que les ions négatifs diffusent plus facilement à travers la surface des électrodes, et que les charges reçues dépendent aussi de la chute de potentiel entre l'anneau et l'électrode, on trouve des courbes théoriques de la même forme générale que celles de l'expérience, et l'on explique aussi le renversement du sens du courant quand le vide est poussé assez loin.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE FRANCE

Séance du 25 Juin 1909.

M. G. Rosentiehl résume les travaux de MM. Sisley, Léo Vignon, et les siens propres, et, tenant compte des faits constatés en bactériologie, il montre que la teinture de la fibre textile n'est qu'un cas particulier d'un ensemble de phénomènes beaucoup plus étendu, que l'on peut énoncer ainsi : Quand un corps en dissolution est mis en présence d'un autre corps *insoluble* dans le même milieu, les deux corps s'unissent, de manière que ni le lavage, ni le frottement ne peuvent plus les séparer. Le corps soluble, en perdant sa solubilité, a acquis l'adhérence au corps insoluble. Mais les deux corps ont

gardé toutes leurs propriétés chimiques et physiques. Un autre dissolvant peut de nouveau les séparer sans altération. Quelles sont les forces qui entrent en jeu ? L'examen des nombreux cas connus montre que l'affinité intervient et que, souvent, il y a même combinaison en proportions définies. Cette combinaison n'est que superficielle si le corps insoluble est la fibre textile. La couche colorée l'enveloppe comme d'une gaine, et y est adhérente ; l'ensemble a conservé la cohésion de la fibre elle-même. Or, l'adhérence est une forme de la cohésion ; par définition même cette adhérence est toujours en jeu, elle est la condition *sine qua non* de la teinture. Tandis qu'il y a des cas où aucune affinité chimique ne saurait être invoquée. Dans ces cas, la teinture est due à la simple cohésion. — **M. E. Fouard** présente une étude des précipitations alcooliques d'amidon et de potasse, établissant que la composition du coagulum varie d'une façon continue avec la quantité de potasse totale. Cette fixation de la base dépend, en outre, de l'état physique des éléments en présence : elle est en effet, pour l'amidon colloïdal, toujours inférieure à celle de la solution parfaite ; du côté de l'alcali, elle est d'autant plus faible que celui-ci est moins dissocié en ions : maxima pour la potasse, elle est ainsi presque nulle pour l'ammoniaque et la pipéridine, faiblement ionisées. Enfin, la valeur des conductibilités électriques de solutions équimoléculaires de potasse, de pipéridine et d'ammoniaque, avec ou sans amidon, montre que celui-ci n'a aucune influence sur la dissociation en ions des solutions alcalines, à l'inverse de ce que serait nécessairement une combinaison des deux éléments. L'auteur en conclut qu'il n'existe aucune de ces combinaisons chimiques. Le phénomène observé est une absorption continue qui n'obéit nullement aux lois fondamentales ; il suit d'ailleurs la loi de Van Bemmelen, retrouvée dans les cas très nombreux de fixation d'une substance dissoute par une autre insoluble. **M. L. Maquenne** fait observer que les expériences de M. Fouard, contrairement aux conclusions de cet auteur, fournissent une preuve manifeste de l'existence d'un composé défini entre l'amidon et les alcalis ; elles montrent, en effet, qu'il se produit entre ces corps un équilibre conforme à la loi des masses, d'où l'enlèvement progressif de la potasse contenue dans le précipité par lavages à l'alcool ; d'où, enfin, la forme hyperbolique de la courbe représentative des résultats. Une seule combinaison potassique de l'amidon suffirait à produire toutes ces particularités, mais il est possible qu'il s'en forme plusieurs simultanément, toutes dissociables dans le milieu où elles prennent naissance, ainsi qu'il arrive avec un grand nombre de pseudosels. **M. G. Tanret** n'a pas à répondre à M. Fouard, puisque M. Maquenne vient de montrer que ses conclusions concernant une ou plusieurs combinaisons de potasse et d'amidon sont inexactes. Il expose seulement ce qu'il a observé en voulant se rendre compte de la nature de l'amidon soluble de Fernbach préparé à 100° et au-dessus. Or, en traitant cet amidon par de l'alcool à divers titres, il a obtenu des corps qui différaient les uns des autres par leur pouvoir rotatoire, leur coloration par l'iode, leur action sur la liqueur de Fehling et leurs solubilités dans l'alcool. Cet amidon soluble, qu'on devrait plutôt appeler amidon solubilisé, n'est donc pas constitué par un corps unique. — **M. Baubigny** annonce que le sulfite d'argent, par l'action de la chaleur (100°) en présence de l'eau, ne se décompose pas seulement en sulfate d'argent avec dépôt d'argent et mise en liberté de gaz sulfureux, ainsi qu'on l'enseigne, mais *principalement* en hyposulfate ou dithionate d'argent avec séparation d'argent. Dans le cas où l'on opère avec la solution de sulfite double d'argent et d'un métal alcalin (le sodium, par exemple), la formation d'acide sulfurique est sensiblement nulle ; il se produit presque exclusivement du dithionate alcalin et tout l'argent se sépare. L'action de la lumière (même en dehors de toute insolation directe) est la même que celle de la chaleur. Elle est seulement beaucoup plus lente.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

Séance du 29 Avril 1909.

M. T. H. Havelock étudie *le problème de la résistance au mouvement des navires due à la formation des ondulations.* En considérant les ondes divergeant de la proue et de la poupe et l'interférence de ces systèmes, il arrive à une formule semi-empirique :

$$R = \alpha c^{-2,53/9\,c^2} + \beta \left\{ 1 - \gamma \cos (10,2/c^2) \right\} e^{2,53/c^2},$$

où R est en livres par tonne de déplacement du navire, c est le rapport entre la vitesse en nœuds et la racine carrée de la longueur du navire en pieds, α, β et γ sont des constantes dépendant de la forme du navire. L'auteur a construit les courbes de modèles d'expérience et a reconnu qu'elles sont bien représentées par la formule ci-dessus. La constante α est généralement petite et pour les valeurs de c supérieures à 0,9 on peut généralement supprimer le premier terme. — **MM. H. T. Barnes** et **A. N. Shaw** : *Sur un phénomène en relation avec la decharge de l'électricité par les conducteurs en pointe.* M. Zeleny a constaté au microscope que les pointes d'aiguilles d'acier, après s'être déchargées comme anodes, sont couvertes d'un dépôt irrégulier, ressemblant à de la rouille ; après avoir servi comme cathodes, le dépôt est beaucoup moindre. Les auteurs ont étudié en détail ce phénomène pour les pointes d'acier et d'autres métaux. Ils ont observé quatre formes caractéristiques : 1° dépôt granulaire ; 2° dépôt tubulaire ; 3° formation lisse ; 4° formation en pellicule mince. La seconde est la plus intéressante ; elle consiste en un tube d'oxyde croissant autour d'une minuscule goutte d'eau ou peut-être de H^2O^2 : ces tubes s'allongent sous le microscope quand on souffle dessus de l'air humide. Le dépôt granulaire semble consister en tubes brisés. La formation d'une pellicule mince ne se produit qu'avec les métaux les moins oxydables. Ces dépôts sont en relation avec la présence de la vapeur d'eau dans la chambre de décharge, car ils ne se produisent pas dans l'air absolument sec. — **M. J. A. Crowther** a étudié l'*effet de la température sur l'ionisation.* Il a mesuré l'ionisation produite par les rayons Röntgen dans l'air à la température de l'air liquide et dans le bromure d'éthyle et l'iodure de méthyle à diverses températures jusqu'à 184° C. Dans chaque cas, la quantité d'ionisation produite était indépendante de la température du gaz lorsque la densité de ce dernier restait constante. — **M. R. D. Kleemann** communique ses recherches sur *l'ionisation des divers gaz par les rayons γ secondaires.* L'auteur a trouvé que l'ionisation des gaz dont les molécules consistent en atomes de H, C, Az, O, S, Cl, à l'exception de H^2, est la même que celle qu'on obtient avec les rayons γ primaires ; par contre, les rayons secondaires produisent une quantité d'ionisation beaucoup plus grande que les rayons primaires dans les gaz dont les molécules contiennent des atomes de poids atomique plus élevé que celui du chlore. L'ionisation de H^2 est anormale ; elle est plus faible pour les rayons secondaires que pour les rayons primaires. — **M. J. E. Reynolds** : *Le résultat du refroidissement de certains platino-cyanures hydratés dans l'air liquide.* En refroidissant dans l'air liquide des cristaux vert d'herbe de platinocyanure de lithium $Li^2Pt(CAz)^4.5H^2O$, ceux-ci prennent une teinte plus pâle, et recouvrent leur couleur à la température ordinaire. Dans les mêmes conditions, le platinicyanure de lithium $Li^2Pt(CAz)^6.3H^2O$, presque incolore à la température ordinaire, devient *rouge* intense dans l'air liquide, par perte de $1\,H^2O$, qu'il reprend en se réchauffant, en reformant le trihydrate incolore. Si le refroidissement a été très rapide, le trihydrate passe à l'état de monohydrate *jaune*, qui revient au trihydrate par absorption d'eau à la température d'eau. Mais, en présence de certains sels neutres, cette rehydratation est empêchée et le sel jaune peut persister à la température ordinaire.

Séance du 6 Mai 1909.

La Société procède à l'élection annuelle de 15 nouveaux membres. Sont élus : **E. C. C. Baly**, **Sir T. Barlow**, **E. W. Barnes**, **F. A. Bather**, **Sir R. A. Hadfield**, **A. D. Hall**, **A. Harden**, **A. J. Jukes-Browne**, **J. G. Kerr**, **W. J. Lewis**, **J. A. Mc Clelland**, **W. Mc F. Orr**, **A. B. Rendle**, **J. L. Smith** et **J. T. Wilson**.

M. J. N. Collie : *Sur une propriété curieuse du néon.* En agitant un tube contenant du mercure et du néon, l'auteur a constaté que ce gaz luit avec une belle lueur rouge; après un certain temps d'agitation, la lueur devient très faible, mais on peut la restaurer en faisant passer dans le tube la décharge d'une bobine d'induction; une trop forte décharge détruit complètement la lueur. Le chauffage des tubes ne détruit pas cet effet; il le restaure, au contraire, dans les tubes qui l'ont perdu par suite d'une trop forte décharge. La moindre trace d'humidité empêche complètement la lueur. — **M. W. M. Bayliss** : *Les propriétés des systèmes colloïdaux. I. La pression osmotique du rouge Congo et d'autres colorants.* Le rouge Congo, quoique étant un colloïde, a une pression osmotique égale à celle qu'il donnerait s'il était présent en solution vraie à l'état de molécules simples; mais il faut opérer en l'absence complète d'électrolytes étrangers, lesquels produisent une chute de pression par l'agrégation des molécules en particules. Un colloïde stable protège contre l'action des électrolytes. L'acide libre du rouge Congo forme une solution colloïdale bleu sombre par dialyse; elle est résoluble à l'ultra-microscope, mais donne cependant une pression osmotique définie et mesurable, quoique faible. Ces résultats s'expliquent en admettant que les particules colloïdales possèdent l'énergie cinétique des molécules. — **Mlle M. T. Fraser** et **M. J. A. Gardner** : *L'origine et la destinée du cholestérol dans l'organisme animal. V. Action inhibitoire du sérum des lapins nourris avec des aliments contenant des quantités variables de cholestérol sur l'hémolyse du sang par la saponine.* Les auteurs, pour déterminer si le cholestérol est absorbé dans le courant sanguin tel quel ou sous forme d'éthers, ont utilisé la propriété du cholestérol d'empêcher l'action hémolytique de la saponine, que ne possèdent pas ses éthers. A l'aide de ce procédé, ils arrivent aux conclusions suivantes : 1° quand le cholestérol est administré avec la nourriture des lapins, une partie est absorbée et passe dans le courant sanguin à l'état libre ; le reste est excrété sans changement; 2° les éthers du cholestérol administrés avec la nourriture subissent en partie l'hydrolyse pendant la digestion et passent dans le sang sous la forme de cholestérol libre ; 3° quand les animaux sont nourris avec du phytostérol, il est en partie absorbé et apparaît dans le sang soit sous forme de phytostérol, soit sous celle de cholestérol. — **M. C. S. Sherrington** : *L'innervation réciproque des muscles antagonistes. XIV. L'innervation réciproque double.* L'auteur montre que la sommation algébrique de l'excitation et de l'inhibition, déjà signalée pour les muscles extenseurs, se vérifie aussi pour les muscles fléchisseurs. L'action de la strychnine sur l'inhibition des fléchisseurs consiste, comme dans le cas de l'inhibition des extenseurs, en une conversion de l'inhibition en excitation. — **M. W. B. Bottomley** : *Quelques effets des bactéries fixatrices d'azote sur la culture des plantes non légumineuses.* L'auteur a constaté la présence, dans la zone algale de certains tubercules de *Cycas*, d'une espèce d'*Azotobacter* associée au *Pseudomonas radicicola*. Ces organismes produisent une augmentation de l'assimilation d'azote libre par la plante. L'auteur a alors recherché l'effet de l'addition d'une culture mixte de ces deux organismes aux racines d'autres plantes non légumineuses. L'augmentation de l'assimilation azotée a été : pour l'avoine, de 76 °/₀ ; pour l'orge, de 13,6 °/₀ ; pour le *Galtonia candicans* (bulbe), de 18,6 °/₀ ; pour le panais, de 21,7 °/₀. Dans toutes les expériences, le sol était traité avec de la chaux avant l'application de la culture mixte.

Séance du 13 Mai 1909.

M. J. Mercer : Fonctions de type positif et négatif. — **M. G. E. Hale** : Les récentes recherches solaires. — **M. A. Mallock** étudie *l'utilisation de l'énergie emmagasinée dans l'élasticité.* La « valeur dynamique » d'une substance est le travail qui peut y être emmagasiné élastiquement, divisé par sa masse. La valeur dynamique du caoutchouc est plus de 10 fois plus grande que celle de toutes les autres substances connues; pour certains cas, il peut être employé avec avantage comme source de puissance motrice. Pour que l'énergie potentielle contenue dans la matière tendue soit efficacement convertie en travail mécanique, aucun contact à friction ne doit se produire pendant que la substance déformée retourne à sa forme originale. Ainsi, si la substance tendue est sous forme d'une longue corde enroulée sur une bobine, la condition de l'absence de friction pendant la contraction oblige à développer l'énergie emmagasinée en cycles. L'auteur décrit un cycle répondant à ce desiderata. — **M. L. Bairstow** : *Les limites élastiques du fer et de l'acier sous des variations cycliques de tension.* L'auteur opère avec une machine d'essai spéciale, où les répétitions se produisent si lentement que l'extension de l'échantillon aux charges extrêmes du cycle peut être observée dans les conditions normales de l'essai. Il a ainsi découvert que le fer et l'acier peuvent être amenés à se rompre par l'application répétée d'un cycle de tensions dans lequel la tension maximum est beaucoup moindre que la tension de rupture statique. L'auteur a trouvé les positions des limites élastiques pour un certain nombre de rapports de la tension maximum à la tension minimum. — **M. H. V. Gill** : *Une nouvelle espèce de lueur dans les tubes à vide.* Une pièce de feuille de palladium, couverte ou non de noir de palladium, est chauffée au blanc dans l'air à une pression de 0,15 mm. On aperçoit une lueur bleu-pourpre entourant le métal chaud et séparée de lui par un espace sombre, dont l'épaisseur varie avec la température de la feuille. A une température plus élevée, la lueur disparaît; elle reparaît par refroidissement. La présence de cette lueur dépend d'une réaction entre les gaz introduits dans le tube par le chauffage du palladium et les particules désintégrées de ce métal. La présence de vapeur d'eau est nécessaire. D'autre part, le spectre de la lueur présente certaines coïncidences avec celui de l'oxyde de carbone. Les champs électrique et magnétique n'ont aucun effet sur la lueur. La cause probable de cette luminosité est l'union de CO avec O sous l'influence du Pd chargé d'H en présence de vapeur d'eau.

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE DE LONDRES

Séance du 25 Juin 1909.

M. H. S. Carhart signale l'existence d'*un point de transition dans l'amalgame de zinc.* La chaleur de dilution des amalgames de zinc est négative, c'est-à-dire que la dilution par addition de mercure absorbe de la chaleur. Si l'on ajoute du mercure à des amalgames dont la concentration va de 0,5 à 2,2 °/₀, la chaleur de dilution négative varie régulièrement; mais, pour une concentration de 2,3 °/₀, elle passe brusquement de 450 à 8.700 joules par gramme-molécule de zinc. Pour l'amalgame à 3 °/₀, dilué de moitié, l'absorption de chaleur est d'environ 10.000 joules par gramme-molécule. Cette variation abrupte est le signe d'un point de transition dans l'amalgame de zinc. — **M. T. M. Lowry** recommande l'*emploi des lignes du mercure et du cadmium comme étalons en réfractométrie.* La série Li 6.708, Cd 6.438, Hg 5.461, Cd 5.086, Cd 4.800, Hg 4.358 présente de grands avantages sur la série habituellement employée, à cause du grand éclat et de la grande pureté des lignes. Pour produire un spectre de cadmium d'intensité suffisante, l'auteur fait jaillir l'arc entre des électrodes d'alliage cadmium-argent et élimine les lignes de l'argent. — **M. A. Campbell** :

Sur la mesure de la longueur d'onde pour les oscillations de haute fréquence. L'auteur a eu en vue de calibrer des ondomètres pour mesurer les hautes fréquences employées en télégraphie sans fil. Ceux-ci consistent en séries de bobines de self-inductance mises isolément en série avec un condenseur à air variable et un thermo-ampèremètre, la lecture au condenseur étant obtenue par altération de la capacité jusqu'à ce que le circuit entre en résonance avec le circuit en travail. La valeur absolue de la fréquence était, d'autre part, déterminée par photographie des trains d'onde du circuit primaire au moyen d'un miroir tournant à une vitesse connue. Les nombres déduits des deux séries de mesures étaient très concordants. — MM. **Russell** et **Alty** décrivent une *méthode électromagnétique pour l'étude de la théorie et la résolution des équations algébriques d'un degré quelconque.* Ils montrent que le problème de trouver les racines d'une équation algébrique de n^e degré est identiquement le même que celui de trouver les positions des *points neutres*, c'est-à-dire des points où la force résultante due à la Terre et à des courants définis dans n fils verticaux longs est nulle. Les n fils sont disposés à des distances convenables dans un plan qui est à angle droit avec le méridien magnétique. Les courants dans les fils sont amenés à certaines valeurs qu'on trouve rapidement par la méthode des fractions partielles. Si x_1 et y_1 sont les coordonnées de l'un des points neutres par rapport à des axes définis, $x_1 \pm y_1\sqrt{-1}$ est une paire de racines de l'équation originale. — **M. S. D. Chalmers** montre comment on peut obtenir la relation entre le coma d'un système optique et les erreurs dans la condition du sinus. — **M. F. W. Jordan** décrit une méthode pour mesurer l'intensité d'un champ magnétique horizontal intense ; elle consiste à déterminer directement la force transversale sur un conducteur traversé par un courant dans une direction à angle droit avec le champ.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Séance du 17 Juin 1909.

M. S. U. Pickering a isolé trois nouveaux carbonates de cuivre : $5CuO.2CO^2$ et $5CuO.3CO^2$ en précipitant les sels de cuivre sur le carbonate et le bicarbonate de soude, et $8CuO.3CO^2.6H^2O$, par l'action de l'eau sur le carbonate double de Cu et Na. Ils sont solubles dans le bicarbonate de soude en formant un carbonate double ou son isomère, le carbonate sodio-cuprique $NaO.CO.OCuO.CO.NaO$; ce dernier, traité par un excès de CO^3Na^2, forme un cupricarbonate $Na^2Cu(CO^3)^2$, existant sous deux modifications α et β, et oxydant le dextrose. — **M. F. L. Pyman**, en oxydant la laudanosine, a obtenu de l'aldéhyde vératrique et du 4:5-diméthoxy-2-β-méthylaminoéthylbenzaldéhyde. L'addition de KCAz au chlorure de ce dernier précipite de la 1-cyano-6:7-diméthoxy-2-méthyl-tétrahydroisoquinoline. — MM. **J. T. Hewitt** et **W. Thomas** ont étudié les couleurs données par divers composés azoïques doublement substitués; ils sont jaunes en solution neutre, rouges en solution chlorhydrique diluée et orangés en solution chlorhydrique concentrée. — MM. **T. M. Lowry** et **C. H. Desch** ont constaté que la bande présente dans le spectre d'absorption de l'a-bromocamphre se retrouve dans celui du π-sulfonate d'ammonium, du π-sulfonamide, du β-sulfonate et du β-sulfonamide. Elle disparaît quand les deux atomes d'hydrogène α sont remplacés par des halogènes. — MM. **H. J. H. Fenton** et **W. A. R. Wilks**, en chauffant à 100° un mélange intime d'acide dihydroxymaléique sec et de carbamide en excès, ont obtenu entre autres une isoiminazolone, cristallisant dans le système tétragonal. — MM. **H. J. H. Fenton** et **F. Robinson**, en appliquant la réaction de Friedel et Crafts au chlorométhylfurfuraldéhyde, ont obtenu le benzylfurfuraldéhyde, F. 31°. — M. **B. Flurscheim** a déterminé les valeurs d'affinité des anilines halogéno-substituées et constaté qu'elles concordent avec celles qu'on déduit de sa théorie. — **M. H. D. Dakin**, en oxydant les *o*- et *p*-hydroxybenzaldéhydes et les *o*- et *p*-hydroxyacétophénones par H^2O^2 et AzH^3, a obtenu du catéchol et du quinol, tandis que les dérivés *m*-hydroxy fournissent l'acide *m*-hydroxybenzoïque. Beaucoup d'autres dérivés *o*- et *p*-hydroxy se comportent d'une façon analogue; mais quand l'H de l'OH est substitué, il n'y a plus formation de phénol. — MM. **E. de B. Barnett** et **S. Smiles** ont constaté que les orthosulfoxydes de diphénylamine sont convertis, sous l'action de certains réactifs acides, en dérivés orthoquinonoïdes du phénazothionium. — **M. F. W. Robinson** a préparé une série de ferrocyanures doubles et triples de magnésium, d'aluminium et de cérium avec K et avec K et AzH^4. — MM. **J. K. H. Inglis** et **A. S. Mason**, en faisant réagir C^6H^5MgBr sur l'oxalate d'éthyle et hydrolysant le corps formé, ont obtenu un mélange d'acide propionylformique et de son éther ; l'oxime de l'acide fond à 154°. En employant C^6H^5MgBr, il se forme l'éther phénylglyoxylique, Eb.151°-154° sous 30 à 40 mm. — M. **Al. Findlay** et Mlle **E. M. Hickmans** ont reconnu que la résolution de l'acide *r*-mandélique par cristallisation de son éther *l*-menthylique ne peut être effectuée au-dessus de —15° ; le point de transition se trouve donc au-dessous de cette limite. — MM. **K. J. P. Orton** et **W. J. Jones** montrent que le chlore et les acyl-anilides en solution acétique entrent en réaction réversible : $Ar.AzHAc + Cl^2 \rightleftarrows Ar.AzClAc + HCl$. L'équilibre est atteint très rapidement, mais il est graduellement troublé par la chloruration de l'anilide. La constante d'équilibre est proportionnelle au carré de la concentration de HCl. — **M. O. Ch. M. Davis** a étudié quantitativement l'hydrolyse des anilides par NaOH. La vitesse de décomposition est influencée par les éléments et groupes substituants. — **M. F. B. Thole** montre, contrairement aux assertions de Muhlenbein, que la viscosité du nitrobenzène fraîchement distillé ne varie pas au bout d'un certain temps de repos. Celle de l'acétoacétate d'éthyle augmente rapidement d'abord, puis faiblement ensuite jusqu'à un état d'équilibre; cette variation correspond au passage de la forme cétonique à la forme énolique. — MM. **C. A. Seyler** et **P. V. Lloyd** ont étudié les eaux contenant du chlorure et du sulfate de Ca, du bicarbonate, chlorure et sulfate de Na et du sulfate de Mg. Quand une eau de cette nature est en équilibre avec les calcaires qu'elle traverse, le carré de l'alcalinité est directement proportionnel à CO^2 libre et inversement proportionnel à la dureté totale. — MM. **W. R. Lang** et **J. O. Woodhouse**, en chauffant le résorcinol avec As^2O^3, ont obtenu un arsénite de résorcinyle $(C^6H^4O^2)^3As^2$, F. 24°, d=1,9. — MM. **F. Tutin** et **H. W. B. Clewer**, en comparant les propriétés de la quinizarine et de la 2-méthylquinizarine avec celles de l'acide chrysophanique, arrivent à la conclusion que ce dernier est une 1-méthylchrysazine, et l'émodine une hydroxy-1-méthylchrysazine. — **M. G. Jerusalem** a préparé une série de sels des acides picrique et styphnique avec des amines primaires, secondaires et tertiaires et des bases ammonium quaternaires. Leurs formes cristallines obéissent à la loi de Barlow et Pope. D'autre part, les volumes moléculaires de ces sels sont directement proportionnels aux sommes des valences composant les complexes moléculaires. — M. **W. E. S. Turner** a constaté que les acides phénylalkyloxyacétiques en solution aqueuse deviennent jaunes au bout d'une longue période et déposent des cristaux jaunes qui sont constitués par des substances de même poids moléculaire, mais de constitution différente. — **M. G. T. Morgan** et Mlle **M. Alcock** estiment que l'absence de couleur dans les sels de diazonium de la benzoyl-*p*-phénylènediamine et de ses homologues et la présence de couleur dans les séries correspondantes de diazodérivés de la benzoyl-1:4-naphtylènediamine dépendent de différences entre les propriétés chromogènes des noyaux benzénique et naphtylénique, plutôt que d'une variation dans la structure du complexe dia-

zonium dans les sels colorés de la base naphtalénique. — MM. **J. W. Walker** et **V. K. Krieble** ont constaté que HCl concentré et l'acide oxalique hydrolysent l'amygdaline en produisant de l'acide *l*-amygdalique, tandis que l'acide sulfurique l'hydrolyse avec formation de *l*-mandélonitrile. L'acide trichloracétique n'a pas d'action. — MM. **D. Harrop, R. V. Norris** et **Ch. Weizmann**, en faisant agir les acides sulfurique ou borique sur les acides dichlorodiméthylbenzoylbenzoïques produits, par la condensation de l'anhydride 1:4-dichlorophtalique avec les trois xylènes en présence d'$AlCl^3$, ont obtenu les dichlorodiméthylanthraquinones correspondantes. — MM. **F. S. Kipping** et **B. D. W. Luff**, en traitant le chlorure de l'acide phényl-*p*-tolylphosphorique par des bases asymétriques, ont obtenu des mélanges de composés isomères, ce qui tend à montrer que l'acide phényl-*p*-tolylphosphorique est un composé extérieurement compensé.

ACADÉMIE ROYALE DES LINCEI

Séances de Mai et Juin 1909.

1° Sciences mathématiques. — M. **L. Bianchi** : Sur les groupes de substitutions linéaires correspondant aux divisions de l'espace non-euclidien en tétraèdres et octaèdres réguliers. — M. **G. Fubini** s'occupe des solutions fondamentales des équations aux dérivées partielles. — M. **O. Nicoletti** : Sur la caractéristique du déterminant d'une forme d'Hermite. — M. **N. Crudeli** apporte une contribution à la théorie de quelques équations fonctionnelles. — M. **F. Cecioni** : Sur les équations entre matrices $AX = XB$, $X^m = A$. — M. **L. Tonelli** : Sur une propriété caractéristique des fonctions harmoniques. — M. **A. Garbasso** s'occupe des trajectoires des électrons. — M. **G. A. Crocco** transmet une note dans laquelle il étudie une importante question de stabilité des aéroplanes, et affirme que l'empennage des aéroplanes n'est pas nécessaire, ayant la même valeur qu'un gouvernail antérieur. — M. **L. Orlando** rappelle la priorité de M. Crocco pour une nouvelle attache des ailes d'un aéroplane, et il fait voir que la disposition de M. Crocco régularise le roulis de la machine. Dans une autre note, M. Orlando décrit un moyen d'intensifier les effets de l'attache élastique dans un aéroplane. Enfin, le même auteur s'occupe de l'équation de Riccati. — M. **F. Amodeo** fait un examen des documents qui prouvent la priorité du P. Bonaventure Cavalieri dans la construction linéaire des coniques.

2° Sciences physiques. — M. **A. Righi** s'occupe des valeurs limites du champ entre lesquelles se produisent les rayons magnétiques, et de l' « anode virtuelle » d'un tube de décharge dans le champ magnétique. — M. **O. M. Corbino** étudie les tensions provoquées dans un corps élastique par les distorsions de Volterra, et la double réfraction accidentelle qui en dérive. M. **G. C. Trabacchi** décrit ces déformations, obtenues à l'aide de la gélatine, déformations dont il présente les photographies. — M. **A. Pochettino** donne la description détaillée des expériences qu'il a exécutées pour étudier les transformations que subit le sélénium par l'effet de la chaleur, et les variations de sa résistance électrique. — M. **V. Chiarini** a entrepris une série de recherches sur les propriétés électriques que présentent les différentes parties d'une flamme et l'air qui enveloppe ces dernières. — M. **A. Occhialini** a étudié les particularités de l'amorçage de l'arc électrique entre les deux charbons; il a reconnu que, pour cet amorçage, l'apparition de l'étincelle électrique n'est pas suffisante, qu'il ne se produit pas par effet d'une ionisation de l'air entre les deux électrodes, et que, dans l'amorçage ordinaire par rapprochement des deux charbons, l'arc se forme parce que l'étincelle réchauffe l'électrode négative. M. Occhialini étudie, en outre, la phase préparatoire de l'arc, et ce dernier dans sa période initiale. — M. **V. Polara** : Sur le pouvoir émissif des corps noirs. — M. **M. Tenani** étudie la décomposition magnétique des lignes spectrales, et décrit la façon dont se comporte, au point de vue magnéto-optique, la ligne h_4 du magnésium. — M. **L. Tieri** a étudié l'action de la lumière ultraviolette sur la distance explosive dans l'air; l'action de la lumière qui empêche les décharges serait apparente, et en réalité elle dépendrait de la suppression de l'effluve qui favorise énergiquement les décharges. — MM. **C. Alessandri** et **F. Eredia** décrivent la marche diurne de la température de l'air à la Cabane Margherita et à Alagna, dans les Observatoires du Mont Rose. — M. **E. Pannain** a suivi les variations qui se manifestent dans la structure des alliages d'argent par l'effet des actions mécaniques et du recuit; ces variations de la structure et du poids spécifique sont caractéristiques et permettent de reconnaître, dans les cas de falsification des monnaies, si la falsification a été obtenue par fusion ou par frappe. — MM. **G. Ciamician** et **C. Ravenna** ont poursuivi leurs recherches sur la manière de se comporter des matières organiques introduites dans les plantes, en vue d'éclairer quelques points de la formation et de la signification biologique des glucosides; ils démontrent qu'en inoculant au maïs de l'alcool salicylique, celui-ci se transforme en partie en un glucoside identique à la salicine. — MM. **A. Mazzucchelli** et **E. Pantanelli** décrivent les résultats obtenus en préparant des sels complexes du titane où cet élément se trouve à l'état de peroxyde TiO_3, en faisant agir l'eau oxygénée sur des sels complexes du titane tétravalent. — M. **O. Angelucci** s'occupe d'un sel double de nitrate et oxalate de thorium. — M. **L. Cambi** : Sur les acides triohydroxamiques. — MM. **R. Ciusa** et **A. Bernardi** : Sur les composés de la phénylhydrazine avec les phénols. — M. **M. Padoa** : Expériences sur la phototropie de quelques phénylhydrazones. — M. **G. Pellini** : Contribution à l'étude de l'isomorphisme entre le tellure et le soufre. — Mᵉ **M. Traube-Mengarini** et **M. A. Scala** ont établi que l'eau distillée est capable de dissoudre à chaud l'argent et le platine; ils donnent des détails sur leur manière d'opérer, qui conduit à obtenir d'une façon très simple les métaux à l'état colloïdal. Dans les dernières expériences, ils ont réussi à préparer une solution colloïdale qui renfermait 2 milligrammes d'argent par centimètre cube.

3° Sciences naturelles. — M. **L. Colomba** transmet une étude sur la barytine de Brosso et de Traversella. — M. **A. Rosati** : Etude cristallographique de l'acide orthothymotique et de deux thymotides isomères. — MM. **R. Pirotta** et **M. Puglisi** ont observé, au cours de leurs recherches sur la variation des formes végétales et sur l'origine des formes nouvelles, des changements dans la couleur de la fleur d'*Iris florentina*; ces changements consistent dans l'apparition de taches azurées, ce qui fait admettre avec toute probabilité que l'*Iris florentina* doit être considéré comme une variation albine de l'Iris à fleur azurée, et plus précisément de l'*Iris pallida* Lmck. — M. **B. Grassi** résume les résultats de ses recherches sur les caractères morphologiques de l'*Acantothermes quercus* Kollar, dont il décrit le cycle très simple du développement. — Mˡˡᵉ **V. Foà** ajoute ses observations sur l'œuf d'hiver du même parasite, qui prouvent que le cycle de ce dernier s'accomplit avec une seule génération parthénogénétique et non sexuée. — Mˡˡᵉ **R. Bonfigli** transmet ses nouvelles observations sur le *Phylloxera quercus* Boyer de Fonse. — M. **F. Silvestri** décrit quelques insectes parasites de la *Diaspis pentagona*, insectes qu'il a cherché à acclimater au Laboratoire d'Entomologie agraire de Portici. — M. **L. Petri** a pu établir que le desséchement des feuilles de l'olivier est produit par un champignon parasite, le *Phyllosticta insulana* Mont.; dans une autre note, il s'occupe du mécanisme de la résistance naturelle présentée par quelques végétaux supérieurs contre les champignons parasites. — M. **F. Bottazzi** décrit la technique qu'il suit dans ses recherches de transport ou de dialyse des colloïdes organiques. — M. **U. Cerletti** décrit les dispositions en forme de nœuds, tresses, recouillements, qu'il a

découvertes dans le cerveau des personnes âgées. — M. P. Principi décrit des couches à *Posidonomya alpina* du Mont Tezio. ERNESTO MANCINI.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE VIENNE

Séance du 11 Juin 1909.

1° SCIENCES PHYSIQUES. — MM. S. Meyer et E. von Schweidler ont retiré des résidus du traitement de la pechblende l'ionium découvert par Boltwood. Il produit une activité induite faible, qui diminue de moitié en 11 heures. Des essais d'absorption dans l'aluminium ont donné pour le rayonnement α et l'épaisseur d'extinction les valeurs λ_0 (1/cm.) = 2.100 et σ (10^{-4}cm.) = 15, ce qui le place entre l'uranium et le polonium. L'ionium est encore mélangé à une grande quantité de thorium. — M. Ad. Lieben et Mlle M. Furcht, en faisant agir l'eau bouillante sur le lévulinate d'argent blanc, ont obtenu une modification jaune de ce sel, de même composition, ainsi que CO^2 et un produit de décomposition. Les auteurs montrent que le sel jaune est du sel blanc souillé par une petite quantité d'un produit brun qui paraît identique au produit de décomposition ci-dessus. — M. J. Mauthner poursuit ses recherches sur la cholestérine. Le cholestène et le pseudo-cholestène, hydrogénés, donnent deux hydrocarbures saturés différents, le cholestane et le pseudo-cholestane; leur isomérie ne provient donc pas de la double liaison. Le chloro-cholestane, chauffé avec la quinoline, fournit un troisième cholestène, le néocholestène, qui, hydrogéné, donne le même cholestane que le cholestène; le cholestène ne diffère donc du néo-cholestène que par la position de la double liaison.

2° SCIENCES NATURELLES. — M. M. Holl présente ses recherches sur le développement de la circonvolution du corps calleux dans l'îlot antérieur du cerveau de l'homme et des singes. — MM. E. Brezina et E. Ranzi ont préparé des sérums immunisants avec l'extrait de fèces, l'extrait et la sécrétion d'intestin grêle et de gros intestin, la bile et le sérum sanguin du chien, et ils ont essayé de les précipiter par ces divers antigènes. Ils concluent que tous les antigènes examinés sont voisins, mais plus ou moins différents. Les sécrétions du canal intestinal au-dessous du pylore sont plus proches comme antigènes entre elles et avec l'extrait de fèces qu'avec le sérum sanguin. Le suc gastrique, par contre, réagit avec le sérum de la sécrétion d'intestin grêle et avec le sérum sanguin, mais non avec le sérum d'extrait de fèces. — M. V. Pietschmann décrit une nouvelle espèce d'*Hemipteronotus* du Japon, qu'il nomme *H. megapterygius*.

Séance du 18 Juin 1909.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. V. Weiss : Sur le faisceau de surfaces de second ordre à quatre points de base. — M. K. Federhofer : Sur la stabilité des arcs de cercle chargés radialement. — M. S. Oppenheim : Sur la détermination de la période d'un phénomène périodique et application à la théorie du magnétisme terrestre.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — M. F. M. Exner cherche à expliquer les phénomènes de la clarté du jour par les propriétés des milieux troubles, en se servant des équations que Lord Rayleigh a données dans sa théorie de la dispersion de la lumière par les particules minimes. Il trouve que l'éclairement d'une surface horizontale par un ciel supposé hémisphérique est proportionnel au logarithme du coefficient de transmission et dépend en partie de la hauteur du Soleil. L'éclairement que la même surface reçoit par la lumière solaire directe s'exprime par les mêmes grandeurs. En comparant les résultats du calcul avec ceux des mesures photochimiques, l'auteur constate une assez bonne concordance. — M. J. Zellner a constaté que les champignons du bois renferment une enzyme qui peut dédoubler le maltose, produit par la décomposition diastasique de l'amidon, en dextrose. Les ferments glucosidolytiques du *Trametes suaveolens* et du *Polyporus pinicola* sont analogues à l'émulsine, mais différents.

3° SCIENCES NATURELLES. — M. O. Pesta décrit un Isopode qu'il a découvert, le *Micronisceus* ♂.

Séance du 24 Juin 1909.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. H. Tietze indique un critérium de convergence pour les développements des fractions périodiques infinies. — M. Th. Poeschl étudie graphiquement la dynamique de deux systèmes plans articulés. — M. J. von Hepperger a cherché à déterminer les éléments du système de β Lyre d'après sa variation de lumière; on arrive à des solutions presque égales suivant que l'on considère la clarté J du plus gros composant comme plus grande ou plus petite que la clarté J' du plus petit composant. Les éléments trouvés diffèrent de ceux qui ont été déduits des observations d'Argelander. Les observations spectroscopiques rendent plus probable l'hypothèse $J < J'$.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — M. W. Schmidt décrit un appareil destiné à déterminer non la pression atmosphérique, mais la vitesse avec laquelle elle varie, c'est-à-dire son premier coefficient différentiel suivant le temps. Il se compose d'un brûleur à gaz dont on prend la température au moyen d'un thermomètre bimétallique; celle-ci varie suivant la pression du gaz, qui varie pareillement suivant la pression atmosphérique agissant sur le récipient qui le contient. — M. J. von Geitler montre qu'une force électromotrice périodique pure peut produire un courant continu si la résistance ou le coefficient de self-induction du circuit du courant — ou une seule de ces deux grandeurs — sont fonctions du temps. — MM. F. W. Dafert et R. Miklauz, en faisant agir H sur les azotures métalliques, ont observé à des températures déterminées une vive absorption d'H avec formation de combinaisons nouvelles; celles-ci s'obtiennent également en chauffant les hydrures métalliques avec Az ou les métaux dans un mélange d'H et d'Az. Ces combinaisons possèdent la formule $M_1^3AzH^2$; elles sont très sensibles à la lumière, qui les décompose en M_1^3AzH et M_1H. — MM. J. Herzig et K. Klimosch ont essayé de préparer les éthers colorés de l'euxanthone, de la 2 : 3 : 4-trioxybenzophénone, de la morine et de l'alizarine. Les monoéthers blancs de l'euxanthone résistent à l'action du diazométhane. — MM. J. Herzig et V. Renner ont reconnu, par des essais de décomposition quantitative, que plus de 90 °/o du méthylotannin sont constitués par les di- et triéthers-oxydes de l'acide gallique.

Séance du 1er Juillet 1909.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. F. Jung : La tension de distorsion représentée dans l'analyse vectorielle.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — M. A. Lampa donne des formules pour les coefficients d'absorption et les quotients de réfraction des solutions métalliques colloïdales en fonction de la grosseur, du nombre dans l'unité de volume et des propriétés optiques des particules métalliques en suspension, ainsi que des propriétés optiques du liquide. L'application aux expériences sur les solutions colloïdales d'or montre que, dans ces solutions, il existe des particules de différentes classes de grandeurs.

3° SCIENCES NATURELLES. — M. K. Schechner a étudié le courant d'eau descendant chez les plantes. Il s'établit quand la transpiration du sommet des pousses ou des jeunes feuilles est empêchée ou quand les feuilles du sommet des pousses ne sont pas encore complètement développées. — M. F. Koelbl a reconnu que toutes les plantes ligneuses sont distinctement héliotropiques, au moins à l'état de jeunes pousses. A l'état d'étiolement, elles sont beaucoup plus sensibles à la lumière que lorsqu'elles ont poussé à la lumière. Les pousses de feuillage des végétaux ligneux sont héliotropiques aussi longtemps qu'elles croissent.

Le Directeur-Gérant : LOUIS OLIVIER.

Paris — L. MARETHEUX, imprimeur, 1, rue Cassette.

20e ANNÉE N° 16 30 AOUT 1909

Revue générale des Sciences pures et appliquées

DIRECTEUR : **LOUIS OLIVIER**, Docteur ès sciences.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. L. OLIVIER, 18, rue Chauveau-Lagarde, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et dans tous les pays étrangers y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Nécrologie

Georges Arth. — La Faculté des Sciences de Nancy vient de nouveau d'être frappée dans un de ses membres les plus actifs, les plus dévoués et les plus sympathiques.

M. Georges Arth, professeur et directeur de l'Institut chimique, a été enlevé subitement à l'affection des siens et de ses nombreux amis, le 16 juillet, à la suite d'une angine de poitrine.

Né à Saverne (Alsace), en 1853, Arth, après avoir fait de bonnes études classiques à Metz, suivit, après la guerre, ses parents qui vinrent se fixer à Nancy pour permettre à leurs deux fils de poursuivre leurs études en vue de leur future carrière.

Déférant au désir de son père, Arth fit d'abord son droit, tout en fréquentant assidûment les cours et les laboratoires de Chimie de la Faculté des Sciences, en particulier ceux de MM. Forthomme et Grandeau, qui enseignaient, le premier, la Chimie générale, et, le second, la Chimie agricole. La direction des exercices pratiques était alors confiée aux soins de M. A. Dupré, qui, après avoir été préparateur de Chimie à la Faculté de Médecine de Paris, contribua pour une si large part à l'organisation et au succès du Laboratoire municipal de la Préfecture de police, comme sous-chef de M. Charles Girard.

C'est de cette époque lointaine que date l'amitié qui nous liait à G. Arth.

Sa licence en droit terminée, Arth s'adonna exclusivement à la Chimie et conquit rapidement tous les grades qui lui permirent de remplir successivement les fonctions d'aide préparateur (1876), de préparateur (1879), de chef des travaux (1881), de chargé de cours de Chimie industrielle (1887), de maître de conférences de Chimie agricole et industrielle à la suite du départ, en 1889, de notre distingué maître Grandeau, et, enfin, de professeur titulaire de Chimie industrielle (1894).

Il resta donc attaché à la Faculté, où il a fait ses débuts, pendant une période non interrompue de trente-trois années.

Les signalés services rendus par Arth à la cause de l'enseignement et de la Faculté ne s'arrêtent pas là. En 1899, quand la direction de l'Institut chimique fut devenue vacante par suite de la nomination de son premier titulaire à la Sorbonne, Arth s'est trouvé tout désigné pour en assumer la lourde tâche. A partir de cette époque, il se dépense sans compter, car il avait à cœur de maintenir cette institution dans la voie prospère où elle se trouvait engagée. Ces fonctions de chef d'établissement ne lui firent pas négliger son cours de Chimie industrielle. Il le renouvela, le perfectionna sans cesse ; toujours en quête des nouveautés, il n'hésita jamais à sacrifier une partie de ses vacances pour visiter soit en France, soit à l'étranger les usines où il était sûr de recueillir un renseignement utile, ou de constater un perfectionnement dans un procédé de fabrication.

On trouve la même conscience, la même probité dans ses recherches personnelles, auxquelles, par suite de ses fonctions absorbantes, il n'a pu donner le développement qu'il aurait souhaité.

Son premier travail, celui qui lui servit de thèse inaugurale, a porté sur le menthol et le menthone et un certain nombre de leurs dérivés. A une époque où l'on était loin d'être fixé sur la véritable fonction et la constitution de ces molécules, les résultats obtenus avaient une certaine importance.

La nature même de son enseignement lui fit abandonner la Chimie organique, et le força à s'intéresser aux questions de Chimie industrielle.

Les multiples Notes qu'il a publiées dans les *Comptes Rendus*, dans le *Bulletin de la Société chimique* et dans le *Moniteur scientifique* n'ont, en effet, aucun lien apparent, et ont trait à des observations et à des analyses du domaine de la pratique industrielle.

Beaucoup d'entre elles, notamment les nombreuses déterminations calorimétriques qu'il a faites sur les houilles, ont été consignées dans le *Recueil de procédés de dosage pour l'analyse des Combustibles, des Minerais de fer, des Fontes, des Aciers et des Fers*, seul volume qu'il ait publié.

Son action, nous le répétons, s'est surtout concentrée sur son enseignement et sur la direction de l'établissement dont il avait la charge. Elle a été profonde, si on la mesure aux résultats obtenus et aux satisfactions qu'elle lui a procurées.

Ses nombreux élèves, disséminés dans le monde entier, les industriels de toutes les régions de la France

auxquels il prodiguait son temps et ses conseils, ses collègues avaient pour Arth cette déférence, ce respect mêlé de reconnaissance que seul suscite le véritable homme de bien.

C'est par son parfait dévouement à toutes les belles causes, par la bonté et l'aménité de son caractère, par son noble désintéressement et son attachement à tous ses devoirs qu'Arth laissera sa trace ici-bas, trace qui sera durable parce qu'elle est profonde.

A. Haller,
Membre de l'Institut.

§ 2. — Astronomie

A propos de l'impossibilité des éruptions solaires. — Dans son numéro du 15 juin dernier, la *Revue* a publié une étude de M. A. Brester où l'auteur cherchait à montrer l'invraisemblance de l'hypothèse des éruptions solaires. Depuis l'époque de la rédaction de son article, de nouveaux faits ont été mis en lumière qui viennent renforcer les conclusions de M. A. Brester; voici la lettre que notre collaborateur nous adresse à ce sujet :

Au mois d'octobre dernier, j'inclinais encore à attribuer tous les déplacements de l'état lumineux dans la matière tranquille du Soleil à la propagation de quelque *processus chimique*. Mais j'ai vu, depuis lors (comme je l'ai expliqué dans une communication à l'Académie des Sciences d'Amsterdam en février dernier), qu'il est beaucoup plus probable que ce déplacement de l'état lumineux résulte de la propagation d'un *processus électrique*, c'est-à-dire du mouvement des ions positifs qui, toujours présents dans l'atmosphère solaire ionisée[1], sont fortement attirés par les faisceaux négatifs de rayons β et γ qui, produits par la matière radioactive au-dessous de la photosphère, doivent, selon moi, s'échapper des taches. Cette attraction fonctionnera comme une aspiration d'ions et produira de tous les côtés autour de la tache des courants rectilignes, tous dirigés vers l'axe du faisceau. Mais ces courants se recourberont et pourront former alors ces configurations plus ou moins cycloniques, qui ont suggéré à M. Hale l'idée des « Solar Vortices », lorsque, comme cela arrivera le plus souvent, il y aura dans le voisinage encore d'autres faisceaux, qui, eux aussi, exerceront sur ces mêmes ions leur influence aspirante.

Ces mêmes faisceaux de rayons β et γ, qui, d'après ma théorie, causent les aurores polaires dans notre propre atmosphère, causent donc aussi, et pour la même raison, les protubérances et les rayons de la couronne dans l'atmosphère du Soleil.

Et de même que les mouvements rapides qu'on voit dans nos aurores polaires, avec leurs rayons lumineux s'allongeant souvent avec des vitesses prodigieuses, ne peuvent être attribués à quelque mouvement de la matière pondérable, il en est ainsi des mouvements analogues que nous montrent les protubérances du Soleil. Dans les deux cas, la matière est en repos et il n'y a que des ions ou des électrons qui se meuvent.

Ces ions en mouvement pourront faire voir, d'ailleurs, le déplacement des raies spectrales dans la matière tranquille. C'est ce que M. Stark a expérimentalement démontré dans ses recherches sur les rayons-canaux de Goldstein. Car, en photographiant de l'hydrogène que ces rayons-canaux rendaient lumineux, il obtint, à côté des raies normales de l'hydrogène au repos, les raies fortement déplacées des ions en mouvement rapide. Lorsque, par conséquent, une matière pondérable est traversée par des courants d'ions, elle pourra accuser, d'après Döppler, des déplacements spectraux énormes et n'en reposer pas moins dans un calme parfait. Les déplacements spectraux énormes des protubérances peuvent donc être très bien causés par le mouvement violent des ions lumineux sans infirmer en rien ma théorie de la grande tranquillité du Soleil.

Tous ceux, d'ailleurs, qui ont étudié les ions et les électrons dans nos laboratoires, sont arrivés au résultat que ces particules peuvent se mouvoir avec des vitesses énormes, du même ordre que celles qui répondent, d'après Döppler, au déplacement des raies dans le spectre des protubérances.

Ces vitesses énormes perdent, par conséquent, ce qu'elles avaient jusqu'à présent d'anormal et d'incompréhensible, dès qu'au lieu de les attribuer à la matière pondérable, on les attribue aux ions et aux électrons.

Depuis que mon interprétation nouvelle du déplacement des raies spectrales a été publiée au mois de février dernier, M. Evershed, de l'Observatoire de Kodaïkanal, nous a informé que, de ses mesures du déplacement spectral, il résulte que, du centre de la surface des taches, la matière est horizontalement projetée de tous les côtés avec des vitesses de 1 à 2 kilomètres par seconde.

Or, voilà encore un mouvement qui est aussi invraisemblable que possible, mais qui perd toute son invraisemblance dès qu'au lieu de l'attribuer à la matière pondérable on l'attribue aux courants d'ions ou d'électrons, qui, d'après les considérations précédentes, doivent montrer précisément ce rayonnement que M. Evershed a découvert, du centre de la tache vers tous les points de son bord. La découverte de M. Evershed a donc donné à mon interprétation nouvelle du déplacement des raies spectrales une belle confirmation.

La découverte toute récente, par MM. Deslandres et d'Azambuja, de l'existence de tourbillons horizontaux, parallèles à la surface photosphérique, trouve, de même, dans mon interprétation nouvelle une explication facile.

Ces explications nouvelles sont illustrées par les figures suivantes, où la distribution des ions positifs et des électrons négatifs dans l'atmosphère solaire et dans les faisceaux qui sortent des taches est représentée par les signes + et —.

Si les protubérances résultent de l'attraction des particules + et —, alors la figure 1 explique :

1° Pourquoi les protubérances ne se montrent pas au-dessus des taches, mais tout à l'entour sur leur bord;

2° Pourquoi elles n'ont le plus souvent aucun lien qui les rattache à la photosphère;

3° Pourquoi le faisceau de rayons β et γ doit pouvoir causer des courants diamétralement opposés en haut et en bas dans l'atmosphère solaire et produire ainsi ces *tourbillons horizontaux* que M. Deslandres a découverts.

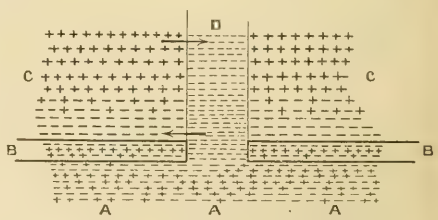


Fig. 1. — *Coupe verticale d'un faisceau de rayons β et γ et de l'atmosphère à l'entour.* — A, *Matière radio-active* produisant des rayons α, β et γ; B, *Photosphère* à charge toujours positive, parce qu'au travers de ses taches et de ses autres trous visibles ou invisibles, les rayons β — de la matière radio-active s'échappent beaucoup plus facilement que les rayons α, qui sont +; C, *Atmosphère*, qui, sous l'influence de la charge toujours + de la photosphère, est plus riche en électrons — en bas et surtout plus riche en ions + en haut; D, *Faisceau de rayons β et γ*, qui, lorsqu'il atteint notre atmosphère, y cause des aurores polaires et des perturbations magnétiques.

[1] Hale : *Astroph. J.*, nov. 1903, p. 364.

D'autres particularités des mouvements qu'on observe dans l'atmosphère solaire s'expliquent mieux au moyen de la figure 2.

Cette figure explique *les courants rectilignes que M. Evershed a découverts*, tous dirigés vers l'axe du faisceau, qui se trouve au centre des taches. Ces courants se recourberont lorsqu'ils auront à obéir à l'influence simultanée de plusieurs faisceaux voisins et ils pourront former alors : 1° une configuration plus ou

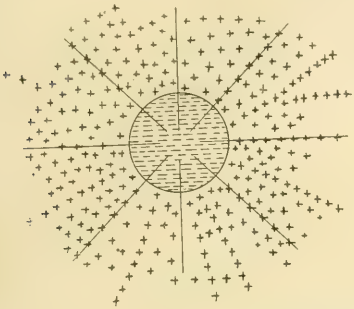


Fig. 2. — *Coupe horizontale d'un faisceau de rayons β et γ et de l'atmosphère à une certaine hauteur.*

moins cyclonique, comme celle qui a suggéré à M. Hale l'idée des *Solar Vortices*; 2° *un champ magnétique*, causant le phénomène de Zeeman, parce qu'en ces courants recourbés il y a des particules électriques en mouvement rotatoire rapide. La figure 1 fait prévoir que l'intensité de ce champ magnétique doit dépendre du niveau. Or, c'est justement ce que M. Hale a découvert[1]. **A. Brester.**

P.-S. — Le *Bulletin de la Société Astronomique de France* du mois de juillet contient une relation des phénomènes qui ont accompagné le 11 juin dernier le tremblement de terre de la Provence. A la page 306 de cette relation, on voit signalé le phénomène très remarquable que voici : « C'est la production, dans l'intervalle des deux secousses ressenties à Aix, de grandes clartés, qui paraissaient monter du sol et éclairaient l'espace à la façon d'un éclair, d'une aurore boréale intermittente. Le fait a été remarqué par un grand nombre de personnes, qui se trouvaient en pleine campagne. En ville, on a observé, au moment de la secousse, des aigrettes qui couraient sur les fils de la canalisation électrique. Il s'agit probablement d'effluves électriques se dégageant d'un sol fortement chargé. »

Selon moi, ce phénomène très remarquable est entièrement analogue avec les protubérances du Soleil et avec nos aurores polaires, et il est un exemple nouveau des lueurs électriques qui se produiront toujours lorsqu'un gaz à charge positive est traversé par un faisceau négatif de rayons β et γ.

Depuis que MM. Elster et Geitel ont démontré que toutes sortes de cavités dans la croûte terrestre sont remplies d'air fortement ionisé, il est clair que, lorsque, durant un tremblement de terre, cette croûte se disloque, il échappera de ses crevasses un gaz ionisé, dont ce seront les particules β qui, beaucoup plus pénétrantes que les particules α, s'élèveront surtout. Or, ces particules β négatives ne peuvent arriver dans l'atmosphère positive sans y produire des décharges électriques. De là, par conséquent, ces lueurs que les habitants d'Aix ont observées, et de là probablement aussi (parce que les électrons β sont des centres très actifs de condensation aqueuse) toutes ces averses et tous ces troubles atmosphériques qui, après le tremblement de terre, ont encore duré si longtemps. Cette même explication est immédiatement applicable aussi au fait bien connu que les éruptions de nos volcans sont le plus souvent accompagnées de décharges électriques violentes.

Les protubérances et les rayons coronaux du Soleil, nos aurores polaires, les décharges électriques à l'entour de nos volcans en activité, et la grande clarté qui montait du sol à Aix, lorsque la terre y tremblait, sont, par conséquent, des phénomènes électriques entièrement analogues, qui sont causés, tous les cinq, par des rayons β et γ qui échappent, soit de trous dans la photosphère du Soleil, soit de trous dans notre croûte terrestre.

Ce que M. Dragon a vu était donc tout simplement une protubérance terrestre, ce qui n'empêche pas qu'il avait raison aussi en le comparant à une auréole boréale. **A. B.**

[1] *Astroph. J.*, nov. 1908, p. 27.

§ 3. — Chimie

Les industries chimiques en Italie[1]. — Les industries chimiques de l'Italie témoignent d'un développement constant; de 1895 à 1906, la valeur de la production a passé de 32 millions et demi de francs à 102 millions et demi; le nombre des ouvriers a plus que doublé (10.397, en 1906); les variations du nombre des établissements semblent indiquer une concentration des entreprises.

Ces progrès sont d'autant plus remarquables que ces industries sont peu favorisées par l'absence de houille, l'insuffisance des gisements miniers[2], la cherté des transports et les charges fiscales qui grèvent lourdement des produits de première nécessité (sel, alcool, huiles minérales, etc.).

La production de l'acide sulfurique a passé, de 1895 à 1906, de 957.000 quintaux à 3.648.000; elle a quadruplé en onze ans. Ce produit est surtout utilisé en Italie pour la fabrication des superphosphates minéraux à l'usage d'engrais; la valeur de cette production dépassait, en 1906, 33 millions de francs, y compris les autres engrais chimiques.

Dans la même décade, la fabrication du sulfate de cuivre, très employé contre les maladies de la vigne, s'est élevée de 31.000 à 342.000 quintaux, d'une valeur de plus de 23 millions de francs.

Ce sont les industries électro-chimiques qui sont les plus intéressantes à étudier; si elles ne sont encore qu'à leur début, elles ont devant elles un vaste champ d'activité, étant données les richesses hydrauliques des Alpes et des Apennins. La Société électro-chimique de Rome et celle de Caffaro (10.000 chevaux), près Brescia, fabriquent la soude caustique et le chlorure de chaux, ainsi que les chlorates de sodium et de potassium. La Société italienne pour la fabrication de l'aluminium prépare ce métal dans l'établissement de Bussi; elle dispose de forces considérables et utilise la bauxite, abondante dans certaines parties des Abruzzes. La cyanamide est fabriquée par la Société italienne des produits azotés à Piano d'Orte (province de Chieti), suivant le procédé Frank. L'acide nitrique est préparé à Legnano par la Société Rossi et Cie (système Pauling). Plusieurs fabriques livrent le carbure de calcium, dont la production s'est élevée en 1906 à 283.570 quintaux, d'une valeur de 5.849.600 francs.

[1] Dr Lepetit : *Bulletin de la Chambre de Commerce française de Milan*, mai 1909.

[2] Il faut excepter le soufre, dont la production s'est élevée en 1907 à 2.787.765 tonnes (3.362.841 tonnes en 1898). Cette industrie extractive, malgré la protection de l'Etat, qui a tenté la « valorisation » du produit, subit une crise de surproduction et souffre de la concurrence des mines de la Louisiane.

Parmi les autres industries chimiques, il faut encore signaler la fabrication du sulfure de carbone, qui a triplé depuis 1898, de l'eau oxygénée, des sels de magnésie, dont la matière première (giobertite et dolomite) est largement répandue au Piémont et dans le Trentin.

La production et le commerce de l'acide borique, qui ont été pendant longtemps le monopole de l'industrie chimique italienne, ont perdu beaucoup de leur importance depuis que l'Angleterre et l'Allemagne ont entrepris cette fabrication avec des matières premières tirées de la Californie et de Stassfurt.

L'acide carbonique liquide est préparé à Florence, Avigliana (Société Nobel), Gênes, Milan; le formol est fabriqué par la Société Candiani et Girardi. Les industries de l'amidon, du glucose (Milan, Turin), les distilleries ont aussi réalisé de grands progrès. Les fabriques d'extraits pour la tannerie et la teinture exportent plus de la moitié de leur production. L'industrie du savon est parmi les plus florissantes, de même que celle des bougies stéariques et de la glycérine. Dans ces dernières années, la production italienne de crème de tartre raffinée et d'acide tartrique a pris un grand développement, notamment à Barletta et Milan, bien qu'une bonne partie de la matière première soit exportée. Une autre industrie chimique, presque exclusivement italienne, est celle de l'acide citrique, extrait du suc de limon et de bergamotte; une faible quantité est préparée dans les provinces de Palerme et de Messine; tout le reste est exporté, principalement en Angleterre et en Allemagne, sous forme de suc de limon cru ou concentré (aigre-doux) ou de citrate de chaux brut. Plus récemment, enfin, l'industrie italienne s'est portée vers la fabrication des produits pharmaceutiques et même des produits synthétiques; une puissante Association s'est formée, en 1906, pour le développement et la protection des industries chimiques italiennes.

Pierre Clerget,
Professeur à l'Ecole supérieure de Commerce de Lyon.

§ 4. — Sciences médicales

L'Institut Pasteur de Tokyo. — Parmi les hommes de science du Japon, il en est un qui est bien connu des lecteurs de la *Revue générale des Sciences*: je veux parler de M. Kitasato. Après avoir travaillé cinq années en Allemagne, où il fut le disciple de Behring, M. Kitasato rentra au Japon en 1890. Il désirait fonder à Tokyo un Institut Pasteur, comme nous en avons un à Paris. Il trouva tout de suite deux concours précieux en M. Fukuzawa, l'un des plus grands éducateurs du Japon moderne, et M. Nagayo, président de l'Association japonaise pour l'Hygiène publique et privée. En 1892, M. Kitasato ouvrit son Institut dans un local donné par M. Fukuzawa, et situé dans le parc Shiba, à Tokyo. Mais l'établissement était privé et ne comprenait que quelques laboratoires. L'année suivante, M. Hasegawa, membre du Parlement japonais, fit voter par la Diète une subvention annuelle de 15.000 yen, environ 40.000 francs; cette subvention était votée pour trois ans; mais, dans le courant de la troisième année, elle fut renouvelée pour un nouveau triennat; enfin, en 1899, l'Etat adopta l'Institut, qui prit alors le titre officiel de : *Institut impérial pour l'étude des maladies infectieuses*. M. Kitasato conserva les fonctions de directeur de l'Institut.

I. Lors de la transformation de l'Institut en Etablissement public, il comprenait trois départements ou services; chaque département avait un chef. Une vingtaine d'assistants se répartissaient entre les trois services.

Jusqu'en 1905, l'Institut Impérial resta un ensemble de laboratoires où l'on étudiait les maladies infectieuses en général, les agents qui les causent et les moyens de s'en préserver. Trois séries de conférences, d'une durée de trois mois chacune, étaient données aux médecins et aux vétérinaires qui désiraient s'initier aux mystères de la Bactériologie.

D'autre part, le Gouvernement japonais avait créé un Institut pour la préparation des sérums thérapeutiques et une ferme pour l'élevage des génisses et la préparation du vaccin de la variole. Mais ces deux Etablissements étaient indépendants l'un de l'autre, et indépendants également de l'Institut de Kitasato.

En 1904, une loi fut votée qui ordonna que les trois institutions fussent réunies à partir de 1905, et un décret impérial de 1905 (Ordre n° 88) réorganisa l'ensemble [1]. Depuis 1906, l'Institut dépend donc du ministère de l'Intérieur.

L'Ordre impérial charge cet Institut de la recherche des agents qui causent les maladies infectieuses, de l'étude des moyens prophylactiques et curatifs; de l'examen des diverses méthodes de prophylaxie, de désinfection, de traitement; de l'instruction technique des médecins, vétérinaires et pharmaciens, relativement aux maladies infectieuses; de la préparation des vaccins, des sérums et de tous les produits utiles pour la prophylaxie ou le traitement des maladies infectieuses.

Le décret impérial organise ainsi le personnel de l'Institut : 1 *Directeur*, 7 *Experts*, 23 *Assistants* et 7 *Clerks* ou employés; en outre, on peut admettre jusqu'à 20 assistants non payés.

Le *Directeur* est un *chokunine*, c'est-à-dire un personnage nommé par l'Empereur, et relevant directement du ministre. Le Directeur actuel est M. Kitasato.

Les *Experts* sont des chefs de laboratoire, et les *Assistants* peuvent être assimilés aux préparateurs de nos laboratoires.

Les *Clerks* sont des commis aux écritures, des rédacteurs, comme on dit dans nos ministères.

Les services de l'Institut sont répartis en six départements :

1er DÉPARTEMENT : *Recherche des causes des maladies infectieuses et étude des méthodes prophylactiques*; directeur, M. le Dr Kitashima.

Ce département, qui est le plus important des six, comprend trois laboratoires :

Bactériologie : chef, M. Kitashima;
Protozoologie : chef, M. le Dr Miyajima;
Chimie : chef, M. le Dr Ternuchi.

2e DÉPARTEMENT : *Recherche des traitements des maladies infectieuses*; directeur, M. le Dr Shibayama.

A ce département sont rattachés des laboratoires, un hôpital et des consultations.

3e DÉPARTEMENT : *Etude des procédés de désinfection, des méthodes prophylactiques et curatives; instruction bactériologique et épidémiologique* des médecins, vétérinaires et pharmaciens; directeur, M. le Dr Hata.

4e DÉPARTEMENT : *Préparation des sérums*; directeur, M. le Dr Shiga.

5e DÉPARTEMENT : *Préparation des vaccins*; directeur, M. Umeno, vétérinaire.

6e DÉPARTEMENT : *Vente des sérums, vaccins*, etc.; directeur, M. Yoshizawa, pharmacien.

Actuellement, il y a 19 assistants, répartis dans les cinq premiers départements; le sixième occupe 6 rédacteurs et 9 employés.

Mais, en organisant ainsi tout cet ensemble de services, on comprit bien vite que les bâtiments anciens, épars dans la ville, ne répondaient pas aux désirs des savants ainsi groupés.

La Diète vota un nouveau crédit de 300.000 yen (environ 800.000 francs), pour la construction d'un établissement digne de la science qui en faisait l'objet

La somme de 800.000 francs nous paraît bien petite, pour de si vastes ambitions, mais il faut se rappeler qu'au Japon la main-d'œuvre et les matériaux coûtent fort peu.

On choisit un terrain de 40 hectares, sur la colline

[1] En Angleterre, aux Etats-Unis et au Japon, les lois et décrets portent un numéro qui indique l'ordre dans lequel ils ont été promulgués au cours de l'année : lois nos 1, 2, 3... de 1908, décrets ou ordres nos 1, 2, 3... de 1909.

de Shirokane, à l'extrémité sud-ouest de la capitale; sur cet emplacement s'élèvent 70 bâtiments, de dimensions et d'aspects les plus divers, mais tous à un ou deux étages, et la plupart en bois (les Japonais construisent leurs maisons en bois, et peu élevées, à cause des tremblements de terre, si fréquents).

II. — Essayons maintenant de conduire le lecteur à travers ce vaste champ de travail, et de lui en faire apparaître la physionomie. S'il a eu la bonne fortune de visiter l'Institut Pasteur de Paris et toutes ses dépendances, il nous suivra mieux et pourra comparer le Palais impérial de la Bactériologie avec les bâtiments de Paris, tous dus à l'initiative et à la générosité privées.

Au milieu du terrain choisi se dressent les deux bâtiments principaux, à deux étages chacun.

L'un, en briques, comprend six laboratoires d'experts, avec chacun trois places de travailleurs; trois murs en verre, sur quatre; un cabinet de travail est annexé à chaque laboratoire. Au premier étage se trouve la bibliothèque, composée de salles où sont classés les volumes, et de salles de lecture. On y trouve, outre les périodiques de tous pays, 1.500 ouvrages en japonais et 3.000 volumes et 1.500 brochures de toutes langues : anglais, allemand, français, italien, russe, espagnol, danois, etc. (naturellement, il y a beaucoup d'ouvrages en allemand, M. Kitasato ayant étudié en Allemagne; mais la littérature anglaise domine, les Japonais étant fanatiques de la langue anglaise, et l'employant autant que leur langue maternelle).

Sur ces 6.000 ouvrages, 300 seulement n'ont pas trait exclusivement à la Médecine bactériologique.

Au second étage, se trouve une salle d'exposition permanente, une « galerie », où les microbes, fixés sur leurs lames de verre, et abrités derrière les microscopes, apparaissent aux yeux des visiteurs; plus loin, voici des milieux de culture, des cultures même; plus loin encore, des échantillons de sérums, de lymphes, de vaccins, de toxines et d'antitoxines, etc.

Le second bâtiment principal, tout en bois, communiquant avec le premier par une galerie vitrée, renferme cinq laboratoires de Chimie, dont un très grand, un magasin de réserve des appareils et instruments de laboratoire, une salle des pesées, une bibliothèque spéciale d'ouvrages de Chimie pure, une chambre noire pour l'analyse spectrale, une chambre de réfrigération, une étuve, une chambre à stérilisation; puis, trois chambres où l'on prépare les toxines, une chambre où l'on prépare le vaccin antirabique selon la formule de M. Pasteur, deux chambres pour les examens des lésions anatomo-pathologiques. Enfin, trois laboratoires consacrés à la Médecine et à la Chirurgie vétérinaires; c'est dans un de ces laboratoires que l'on examine la lymphe préparée à la « ferme à lymphe ».

Autour de ces deux grands édifices sont groupés d'autres bâtiments :

1° Le pavillon de la peste, qui comprend deux laboratoires, une pièce où est préparé le bouillon de culture, une chambre à animaux et une chambre de stérilisation; le pavillon est inaccessible aux rats, et toutes les issues sont, à cause des insectes, garnies de très fine toile métallique; les portes sont à tambour;

2° Le pavillon de l'administration, à deux étages;

3° Le bâtiment-hôpital, composé de deux pavillons de malades, un pavillon pour le logement des infirmières, deux pavillons de médecins, un pavillon cuisine, salle à manger, buanderie, un pavillon parloir, une salle d'autopsie. Chaque pavillon de malades a un plancher double, posé sur une couche de ciment; les fenêtres sont garnies de fine toile métallique. L'un des pavillons a 15 chambres à un lit, l'autre en a 25.

Chaque pavillon de médecin comprend une salle d'attente, deux cabinets de consultation, un cabinet de travail, une salle d'inoculation, un laboratoire, une chambre noire, et l'appartement du médecin;

4° Le pavillon où l'on prépare les milieux de culture;

5° La salle des machines;

6° Le pavillon de la désinfection;

7° Le pavillon-étable pour petits animaux (chiens, chats, singes, lapins, cobayes, rats, souris) comprenant deux cents cages;

8° Le pavillon de la photographie;

9° Le pavillon où l'on prépare la lymphe;

10° Le pavillon des cours, comprenant un vestiaire, un amphithéâtre, un réfectoire, une étuve et un laboratoire avec soixante-dix places.

Tous ces pavillons sont groupés les uns auprès des autres. A une certaine distance s'élève un autre groupe constitué par les neuf écuries, abritant deux cents chevaux, nombre moyen des chevaux entretenus à l'établissement pour la préparation des sérums thérapeutiques. Près des écuries se trouvent les habitations des palefreniers, les magasins à fourrage, et le bâtiment où se font la prise du sang et la préparation du sérum.

Plus loin encore, voici un troisième groupe, comprenant trois étables, avec leurs 84 veaux, le pavillon des garçons chargés de soigner ces bêtes, le pavillon de dissection vétérinaire.

A l'angle nord-est du terrain sont installés une étable pour l'isolement du bétail et un pavillon d'autopsie.

A l'angle nord, la maison d'habitation du vétérinaire, directeur du cinquième département.

Enfin, à l'angle sud-est, sur une autre colline séparée de la première par un vallon, se trouve un jardin de récréation, avec pelouse pour jeux et exercices sportifs; puis, le pavillon-cuisine, le pavillon salle-à-manger et les cinq pavillons d'habitation de M. le directeur général et des directeurs des cinq autres départements. C'est de ce côté que se trouve la porte d'honneur de l'établissement; une avenue de 200 mètres conduit aux deux bâtiments principaux.

III. Que fait-on dans cette ruche? Ce que peut faire tout établissement du même genre.

On y prépare les sérums, les vaccins, la lymphe; on y étudie les divers désinfectants au point de vue de leur valeur désinfectante; on y analyse des substances pathologiques (pus, crachats, fausses membranes) pour le public. On y fait l'instruction bactériologique des médecins, vétérinaires et pharmaciens.

Les sérums fournis par l'Institut de Tokyo sont : le sérum antidiphtéritique, le sérum antitétanique, le sérum antipesteux, le sérum antistreptococcique, les sérums contre la dysenterie et contre le venin du Habu, serpent du pays.

Le bacille de la dysenterie fut découvert par le Dr Shiga, directeur du quatrième département; il réussit ensuite à préparer le sérum curatif.

M. Umeno a obtenu une vaccine très sûre et très efficace en préparant une lymphe d'origine purement animale, sans passer jamais par le corps humain. On prépare 1.700.000 tubes de vaccine par an, et 8 millions de personnes sont vaccinées chaque année. La lutte contre la vaccine obligatoire n'a pas de succès chez les Japonais.

Le sérum antidiphtéritique préparé à Tokyo a une très grande puissance : chaque centimètre cube renferme 2.000 unités d'immunisation. C'est le Dr Kitashima qui a eu l'idée de le préparer ainsi, et c'est le Dr Hida qui en assure la préparation.

On y prépare aussi une tuberculine et une antitoxine de l'érysipèle.

Que notre orgueil national se rassure; si le Dr Kitasato et ses collaborateurs logent dans un palais, ils ne feront pas de plus belles découvertes que celles que Pasteur accomplit dans son obscur réduit de la rue d'Ulm ou de la rue Vauquelin. Des modestes pavillons de la rue Dutot, M. le Dr Roux a fait jaillir plus de lumière que n'en a vu briller la colline de Shirokane.

Louise Chaboseau Napias,
Pharmacien de l'Assistance publique,
Ancien Préparateur à l'Institut Pasteur.

L'ÉLECTRISATION DE CONTACT EN BIOLOGIE

L'on trouve dans des ouvrages d'Histologie contemporains, pleins de qualités par ailleurs, des phrases comme celle-ci : « Toute cellule est une entité close qui incorpore en son intérieur, et plus ou moins abondamment, tantôt l'une, tantôt l'autre des substances dissoutes dans le liquide qui la baigne, en s'abstenant d'incorporer telle autre substance qui s'y trouve en solution. Ainsi placées dans des conditions identiques, les cellules se comportent très différemment et savent faire un choix parmi les substances qui leur sont offertes. »

On sait avec quelle puissance d'arguments, à l'aide de quels simples et clairs exemples, Claude Bernard s'est élevé contre cette tendance, vestige des habitudes anthropomorphiques de l'esprit humain, à voir dans les manifestations de la vie cellulaire l'expression d'une force quasi consciente, adaptée à différents buts et qui échapperait, dans une large mesure, au déterminisme physico-chimique du milieu.

« Les phénomènes vitaux », dit-il dans son beau livre : *Des phénomènes communs aux animaux et aux végétaux*, « ne sont point les manifestations de l'activité d'un principe intérieur, libre et indépendant. On ne peut saisir ce principe vital intérieur, l'isoler, agir sur lui. On voit, au contraire, les actes vitaux avoir constamment pour condition des circonstances physico-chimiques, parfaitement déterminées, et capables d'empêcher ou de permettre leur apparition ».

Pour le biologiste moderne, le mécanisme physico-chimique des manifestations de la vie doit être une sorte de *credo*, mais un *credo* rationnel qu'étayent des faits nombreux et que fortifient des découvertes journalières, et ce mécanisme, nécessairement complexe, tous ses efforts doivent tendre à l'élucider.

En vue de cet objet, il devra s'adresser d'abord à l'observation, à l'analyse, qui lui fourniront de précieuses données, et mieux encore, chaque fois qu'il le pourra, à l'expérimentation, « qui offre, comme dit Loeb, par des moyens physiques ou chimiques, la possibilité de se rendre maître d'un phénomène de la Nature ».

Toutefois, l'expérimentation sur l'animal ou sur l'organe vivant ne sera pas toujours possible. Sur la cellule vivante, bien moins encore. Par sa petitesse, elle échappe à notre emprise. Nous ne savons guère y toucher sans la tuer. Pour nous rendre maître du mécanisme de tel phénomène de nutrition dont elle est le siège, il faudrait que nous pussions atteindre les conditions physico-chimiques profondes, protoplasmiques, qui le déterminent; nous n'y pouvons pas songer; notre action ne s'étend qu'au milieu, à sa composition chimique, à sa température, à sa pression osmotique, etc., qui déterminent dans le protoplasme autant de réactions, de modalités physiques et chimiques qui nous échappent et dont dépendent, cependant, des phénomènes aussi merveilleux que les mouvements plasmodiques, la contraction fibrillaire ou la fécondation de l'ovule.

Mais, dans l'impuissance où nous sommes, on peut dire dans presque tous les cas, d'expérimenter sur la cellule vivante, il ne s'ensuit pas que nous devions renoncer à résoudre en un déterminisme physico-chimique tout ou partie du merveilleux de la vie. Et, si l'expérimentation *in vivo* nous est interdite, il nous reste, du moins, en utilisant toutes les données acquises des sciences physico-chimiques, et nous laissant guider par le sentiment des analogies, la faculté d'imaginer non pas un mécanisme possible, quelconque, du phénomène « vital », mais un mécanisme assujetti à ce que les conditions physiques et chimiques qui y figurent soient précisément celles que l'observation et l'analyse nous ont montrées réalisées dans l'élément vivant. Ce mécanisme conçu, nous en réaliserons le schéma. Et, si nous sommes assez heureux pour reproduire avec une certaine exactitude les phénomènes dont la cellule vivante est le siège, nous n'aurons point fait œuvre vaine, car l'affirmation qu'une propriété, qualifiée de vitale, n'appartient pas aux seuls éléments vivants, qu'on peut la communiquer à un flacon de verre, par exemple, si l'on sait réaliser une suffisante complexité de conditions, cette affirmation est tellement rassurante pour l'esprit de l'homme, qu'accablent l'inconnu et le sentiment de son impuissance, qu'elle vaut déjà qu'on fasse pour y parvenir un effort patient et soutenu.

Toutefois, nous ne devons pas oublier, quelle que soit la complexité de notre schéma, que, comme dit Loeb, les expériences du chimiste et du physicien sont faites dans des conditions plus simples que celles qui sont réalisées dans la substance vivante, et nous ne devons pas négliger les conditions spéciales qui peuvent intervenir, si nous ne voulons pas aboutir à des conclusions prématurées. Des affirmations trop hâtives, et surtout trop tranchées, jetteraient un discrédit injuste sur ce procédé d'investigation. En fait, de notre schéma à la vie, pour que l'extrapolation soit légitime, il ne faut pas seulement que les effets obtenus soient identiques, ou tout au moins très voisins; il faut aussi s'assu-

rer, et c'est là un point essentiel, de l'identité des conditions déterminantes. Nous ne pouvons être affirmatifs que dans la mesure, d'ailleurs étroite, où l'analyse physique et chimique (où la cellule et l'organe trouveront généralement la mort) nous révèle cette identité.

Mais, une fois que nous l'aurons établie, nous aurons le droit de conclure que tel ensemble de conditions physiques et chimiques déterminées engendreront les mêmes effets, qu'elles soient réalisées dans un tube à essai ou dans une fibre musculaire.

Sans doute, *in vitro*, dans un tube à essai, le nombre des conditions réalisées est égal à n et parfaitement déterminé; dans la fibre musculaire, il est égal à $n + x$. Mais si les n conditions du phénomène lui-même se retrouvent de part et d'autre, il y a une probabilité très forte pour que les x autres conditions n'y interviennent pas, ou du moins que les effets qui en découlent ne fassent que se juxtaposer, sans les annuler, aux effets des n premières.

Dans ces essais, déjà nombreux, de schématisation de la vie, qui est un acheminement vers sa synthèse, on sait l'aide précieuse fournie par les méthodes et les théories de la Chimie physique. L'étude des équilibres chimiques, des actions catalytiques, la théorie des ions, les lois de la diffusion des électrolytes et l'étude des piles de concentration, la pression osmotique, tant de faits, tant d'idées, tant d'ingénieuses interprétations ont été, pour les biologistes contemporains, comme autant de traits de lumière; et, sur le domaine obscur et mouvant de la vie, qui captive l'esprit et qui l'émeut, ils jettent maintenant un regard qui n'est point encore celui du maître, mais que n'attriste plus, du moins, le sentiment d'une impuissance irrémédiable à comprendre et à dominer.

Notre dessein, dans cet article, limitant notre objet à l'étude de deux phénomènes biologiques, l'hémiperméabilité de la cellule aux électrolytes et les différences de potentiel des tissus vivants, est de montrer quel secours apporte, dans l'interprétation physico-chimique, la connaissance des faits et des lois relatifs aux phénomènes d'électrisation de contact, dont l'étude, entreprise au XIXe siècle par Quincke et par Helmholtz, fut reprise et singulièrement développée par M. Jean Perrin, dans une série de belles investigations dont, en quelques mots, nous allons nous efforcer de résumer les résultats essentiels.

I. — Lois de l'électrisation de contact.

Quand un corps solide est baigné par un liquide, on admet qu'il existe, en regard l'une de l'autre, deux couches électriques très voisines, de signe contraire, qui restent en équilibre en dépit des attractions électrostatiques : l'une constituée par des charges fixées aux molécules de la paroi solide, l'autre, possédant une certaine épaisseur, par des charges adhérentes aux molécules du liquide les plus rapprochées de la paroi; c'est la couche double d'Helmholtz. Cette différence de potentiel, du solide au liquide qui le baigne, variera en grandeur et en signe suivant la nature du solide et du liquide en contact. Mais, jusqu'aux recherches de M. Jean Perrin, il n'existait pas de règle (sauf celle donnée par Nernst et relative au cas particulier d'un métal baignant dans une solution d'un sel de ce métal) qui permît de prévoir l'orientation et qui nous renseignât sur la grandeur de cette différence de potentiel au contact.

Le dispositif utilisé par M. Perrin dans ses investigations peut se schématiser de la sorte : Dans l'une des branches d'un tube en U, on intercale, entre deux tampons de coton de verre, un diaphragme constitué par la substance solide qu'on étudie, pulvérisée au préalable; bien entendu, il est nécessaire que cette substance (chlorure de chrome, alumine calcinée, charbon, etc.), soit insoluble dans la liqueur dont on remplit complètement le tube en U. Il n'est, d'ailleurs, nullement nécessaire que le diaphragme éprouvé ait une structure poreuse pulvérisable : un bouchon en gélatine ou des membranes (non pulvérisées) constituées par des tissus comme la soie, le coton, sont parfaitement utilisables.

De part et d'autre de ce diaphragme, ou de cette membrane, qu'il faut concevoir comme constituée par un faisceau de tubes capillaires, deux électrodes en platine sont reliées aux pôles d'une batterie d'accumulateurs. La distance des électrodes égalant sensiblement l'épaisseur du diaphragme ou de la membrane, la différence de potentiel de l'une à l'autre permet de calculer (connaissant cette épaisseur) la valeur exacte du champ qu'on utilise. Dans chacun des tubes capillaires qui composent le diaphragme, il existe, comme nous l'indiquions à l'instant, une couche double entre la paroi du tube et la surface d'enveloppe de la veine liquide. Une force tangentielle (ici le champ électrique), même très faible, déterminera, conformément à la conception de Quincke, le glissement des charges adhérentes à cette veine : c'est le phénomène de l'osmose électrique. Le sens de l'osmose nous renseignera sur l'orientation de la couche double, les charges adhérant à la veine liquide se déplaçant, en effet, vers le pôle du champ de signe contraire au signe de ces charges; et le débit osmotique nous renseignera sur la grandeur de la différence de potentiel de cette couche double, car il lui est proportionnel.

Or, voici brièvement résumées les règles géné-

rales que ce procédé d'investigation permit à M. Perrin de formuler :

1° Les liquides ionisants (à grand pouvoir inducteur spécifique) sont les seuls qui s'électrisent fortement par contact;

2° Si nous nous bornons aux solutions aqueuses, les liqueurs acides, même faiblement (il suffit d'un très léger excès d'ions H^+ par rapport aux ions OH^-), chargent positivement la paroi du diaphragme; cette électrisation positive de la paroi s'interprète aisément par une adhérence des ions H^+ de la liqueur;

3° Inversement, au contact d'une solution même faiblement alcaline (où les ions OH^- sont en léger excès sur les ions H^+), la paroi se chargera négativement;

4° Les solutions de sels neutres contenant d'autres ions monovalents que les ions H^+ et OH^- (Cl^-, Na^+, Br^-, etc.) contribuent fort peu à l'électrisation de la paroi par contact;

5° Les ions polyvalents interviennent en neutralisant plus ou moins, selon le degré de leur valence, l'action des ions monovalents actifs et de signe contraire (H^+ et OH^-). C'est ainsi que, pour une même concentration de la liqueur en ions H^+, un acide à ion négatif monovalent (HCl) chargera beaucoup plus énergiquement la paroi qu'un acide à ion négatif di ou trivalent (acide sulfurique, acide citrique). Inversement, la présence d'ions positifs di, tri, ou tétravalents, dans une liqueur alcaline, affaiblira l'influence des ions actifs OH^-;

6° Les ions monovalents de signe contraire aux ions H^+ et aux ions OH^- les peuvent aussi neutraliser; mais, pour que leur influence soit sensible, il faut de grandes concentrations.

La connaissance de ces lois générales, que très brièvement nous venons de résumer, jette, comme l'a montré M. Perrin, de réelles clartés sur le mécanisme physico-chimique de phénomènes très différents et sans relation apparente, comme l'entraînement des précipités, les phénomènes de teinture, certaines propriétés de l'état colloïdal. Dans le domaine de la vie, le rôle de l'électrisation de contact est resté jusqu'à présent à peu près insoupçonné; il est probable, pourtant, qu'il est considérable, et nous allons, tout d'abord, nous efforcer de montrer le secours qu'apporte l'hypothèse, que nous montrerons légitime, de son intervention dans l'intelligence de ce phénomène mystérieux qu'est l'hémiperméabilité de la cellule vivante aux électrolytes.

II. — Hémiperméabilité des membranes cellulaires aux électrolytes.

On sait que les membranes des cellules vivantes, tant animales que végétales, possèdent cette remarquable propriété, qu'illustrèrent les observations de De Vries, Wiener, Overton, Pfeffer, Loeb et de beaucoup d'autres auteurs, d'être perméables à certains électrolytes et, sinon imperméables, du moins fort peu perméables à d'autres. Chez les végétaux, en particulier, « la membrane plasmatique qui entoure le protoplasme, assure, dit Pfeffer, à la cellule l'avantage extrêmement important de retenir et de conserver la matière dissoute, qui, autrement, serait entraînée dans l'eau ambiante ».

C'est de cette hémiperméabilité aux électrolytes (la seule que nous voulions envisager ici) que dépend la nutrition minérale de la cellule, l'une des fonctions les plus essentielles de la vie.

L'on sait à la vérité, depuis que Traube nous apprit à le faire, fabriquer des membranes hémiperméables en ferrocyanure de cuivre, de cobalt, de nickel, ou constituées encore par le précipité qui se forme au contact de la gélatine et de l'acide tannique, ou de l'acide tannique et de l'acétate neutre de plomb.

Mais il ne semble pas que les membranes cellulaires soient comparables aux membranes de précipité; nous voulons dire qu'il est douteux qu'elles soient hémiperméables par elles-mêmes, du fait de leur structure chimique et de leur constitution. Le peu que nous savons des substances qui les composent, parmi lesquelles on reconnaît la cellulose, la chitine, les matières protéiques, étaie mal, du moins, l'hypothèse de l'hémiperméabilité. Vraisemblablement, les minces membranes plasmatiques étanches aux sels dissous dans le suc cellulaire, si nous savions les découper, ne se montreraient, isolées des cellules, guère moins perméables à ces sels que des pellicules de gélatine aussi minces qu'elles. Et c'est là justement que gît le merveilleux. Un animiste parlerait ici d'une force de rétention par quoi la vie se manifeste. Plus positif et plus soucieux de comprendre, nous envisagerons un déterminisme physico-chimique. Et nous poserons le problème dans les termes suivants : Etant donné qu'une membrane est par elle-même perméable aux électrolytes, quelles conditions physico-chimiques, et telles qu'on les sait réalisées dans la cellule vivante, sont nécessaires et suffisantes pour modifier sa perméabilité?

En réalité, comme Ostwald l'a très judicieusement indiqué dès 1890, il convient de parler, non pas de l'imperméabilité, toute relative d'ailleurs, d'une membrane pour un sel, mais pour un ion de ce sel.

Partant de ce principe, la première question que nous nous sommes posée est la suivante : Soit une pile de concentration dont la différence de potentiel est due, comme on sait, à l'inégale mobilité des deux ions du sel qui diffuse de la solution la plus concentrée à la solution la moins concentrée, des régions de plus forte pression aux régions de

moins forte pression osmotique. Si nous interposons entre les deux éléments de concentration C_1 et C_2 d'une telle pile une membrane en gélatine, en vessie de porc, en parchemin animal, quelle modification à la mobilité des ions apportera cette intercalation? En fait, en abordant le problème de cette manière, nous attribuions implicitement à la membrane une structure continue, qui n'est pas la sienne; mais, quoique le principe dont nous étions parti et qu'il est inutile que nous précisions ici, fût faux, nos expériences nous ayant progressivement conduit à des résultats positifs sur lesquels il nous paraît possible de baser une conception de l'hémiperméabilité, ce sont ces résultats que nous allons reproduire à peu près dans l'ordre même où nous les avons obtenus.

Le premier fait qui nous apparut nettement fut que, si, dans un couple liquide constitué par deux solutions inégalement concentrées d'un sel neutre, tel que NaCl, KCl, NaI, $MgCl^2$, SO^4K^2, etc., l'on intercale une membrane en gélatine, en vessie de porc, longuement lavée, cette intercalation n'apporte aucune modification au voltage du couple. D'autres membranes, comme le collodion, le papier parchemin sulfurisé, nous donnèrent, il est vrai, des résultats différents; mais nous nous sommes vite aperçu qu'en réalité ces membranes n'étaient point neutres, et qu'elles intervenaient comme un élément chimique intercalé dans le couple liquide; si longuement, en effet, qu'on les lave, on trouve, lorsqu'on les éprouve par le procédé de l'osmose électrique, que, même dans des solutions de soude relativement concentrées (1/10 normales), elles restent chargées positivement, témoignant ainsi d'une acidité notable. Si maintenant nous constituons un couple liquide par le moyen de deux solutions de concentration C_1 et C_2, d'un acide monovalent ou d'un alcali, et que le voltage de ce couple soit égal à π, l'intercalation d'une membrane en gélatine, en vessie de porc, l'abaissera à la valeur π'; cet abaissement du voltage est instantané; il va de suite jusqu'à l'annulation ou même jusqu'au changement de signe; mais la différence $\pi - \pi'$ diminue ensuite progressivement jusqu'à la réalisation d'un état d'équilibre que vient seul modifier, mais très lentement, la diffusion de l'électrolyte à travers la membrane. Nous venons de supposer le couple liquide constitué par deux solutions C_1 et C_2 d'une base ou d'un acide monovalent; si nous répétons l'expérience avec un acide divalent (sulfurique, oxalique), nous retrouverons le phénomène, mais l'abaissement du voltage correspondant à l'interposition de la membrane sera déjà moins accusé. Il le sera moins encore si nous nous adressons à un acide trivalent comme l'acide citrique, ou bien à un acide monovalent dont le degré de dissociation en ions est faible. Enfin, la présence, même en faible quantité, des ions tri et tétravalents négatifs, des ferricyanures et des ferrocyanures de K dans une solution d'HCl par exemple, sera suffisante pour diminuer considérablement la valeur de la différence $\pi - \pi'$. La présence d'ions divalents positifs ou d'ions trivalents du même signe dans une solution de NaOH ou KOH agira dans le même sens. En résumé, l'interposition d'une membrane chimiquement neutre dans un couple constitué par deux solutions d'un sel également neutre n'en modifie pas la différence de potentiel. C'est seulement dans les piles acides ou alcalines contenant même un excès très léger d'ions H^+ ou OH^- (il suffit d'une acidité ou d'une alcalinité égale, même inférieure au millième normal) que l'interposition d'une membrane est efficace. En outre, la présence d'ions polyvalents négatifs dans le cas des piles acides, et positifs dans le cas des piles basiques, affaiblit considérablement le phénomène.

Nous retrouvons ici les règles formulées par M. Jean Perrin : l'abaissement $\pi - \pi'$ du voltage est lié étroitement à la charge électrique qu'est susceptible de prendre la membrane interposée au contact de la solution acide ou basique; et les ions polyvalents présents dans cette solution interviennent en neutralisant plus ou moins, selon le degré de leur valence, l'action des ions monovalents H^+ ou OH^- actifs et de signe contraire.

Il nous faut maintenant tâcher d'expliquer le mécanisme du phénomène. En fait, une membrane, quelle qu'elle soit, n'est pas un milieu continu; sa structure est toujours criblée; schématiquement, on peut se la représenter comme constituée par un faisceau de tubes capillaires; il y aura, au contact d'une solution acide, des charges positives adhérant à la paroi du tube et des charges négatives en regard, dans la zone de contact de la veine.

L'orientation de cette couche double sera inversée dans le cas d'une solution alcaline; une force tangentielle très faible (une différence de pression osmotique, par exemple, de part et d'autre de la membrane) déterminera le glissement des charges adhérant à la veine; des charges de signe contraire s'accumuleront aux extrémités des capillaires. Il naîtra une force électromotrice de filtration (Quincke). La membrane ainsi polarisée réalisera l'image d'un feuillet magnétique dont le champ sera nécessairement, comme il est aisé de s'en rendre compte, de sens contraire au champ de diffusion de l'acide ou de la base, ou, si l'on veut, de sens contraire au sens de la différence de potentiel du couple liquide.

Le voltage π' du couple liquide cloisonné par une membrane est la somme algébrique de deux différences de potentiel : celle du champ de diffusion

de l'électrolyte et celle du champ du feuillet correspondant à la force électromotrice de filtration. La différence $\pi - \pi'$ (π désignant le voltage du couple non cloisonné) nous donnera donc le champ du feuillet.

Cette interprétation est susceptible d'une vérification quantitative. Un raisonnement dû à Helmholtz permet, en effet, de calculer la force électromotrice de filtration. Il suffit d'écrire l'équation d'équilibre entre le courant de convection que réalise le glissement des charges dans le sens de la force tangentielle et le courant de conduction produit au sein du liquide par la force électro-motrice de filtration. On aboutit, tout calcul fait, à l'équation :

$$E = \frac{\varepsilon \varepsilon p}{4 \pi \eta},$$

où ε désigne la différence de potentiel de la couche double, p la force tangentielle, η le coefficient de viscosité de l'eau, ρ la résistivité du liquide. Il est digne de remarque que, dans cette expression, l'épaisseur de la membrane et sa section n'interviennent pas. Or, le champ de polarisation du feuillet ($\pi - \pi'$) se montre, en effet, rigoureusement indépendant de l'épaisseur et de la section du diaphragme; nous avons vu qu'il variait comme ε, nous avons vérifié sa proportionnalité à p; enfin, point essentiel, sur lequel nous aurons tout à l'heure l'occasion d'insister, il est de façon rigoureuse inversement proportionnel à η.

Il peut paraître assez surprenant que l'interposition d'une membrane ne modifie pas la différence de potentiel d'un couple constitué par deux solutions d'un sel neutre. En fait, il est facile d'imaginer que la membrane intervient comme un élément neutre, intermédiaire, de concentration C_0; de l'élément de concentration C_1 à l'élément de concentration C_0, il existe une différence de potentiel; de l'élément de concentration C_2 à l'élément C_0, il existe une autre différence de potentiel, plus petite et de signe contraire; le calcul et l'expérience montrent que leur somme algébrique est égale à la différence de potentiel existant de l'élément C_1 à l'élément C_2.

Il nous reste à montrer comment la connaissance de ces faits va nous fournir une solution, sinon parfaite, du moins approchée, du problème que tout à l'heure nous nous étions posé.

On sait que, dans sa belle théorie de la diffusion des électrolytes, Nernst fait intervenir, dans le calcul des débits des ions, deux forces dont il évalue les effets séparément en supposant qu'ils se superposent; l'une de ces forces est la pression osmotique, l'autre force est électro-statique; c'est le champ créé par l'inégale mobilité des ions de signe contraire de l'électrolyte dissous et supposé entièrement dissocié. Sous l'action de ce champ, les ions positifs et négatifs se déplaceront dans les deux sens; or, sans faire ici d'hypothèse précise, on peut supposer, cependant, que l'interposition d'un feuillet polarisé entre deux solutions d'électrolytes inégalement concentrées modifiera considérablement le jeu des forces électrostatiques qui interviennent dans la diffusion et qu'il en devra résulter, au point de vue de la vitesse de diffusion, des conséquences importantes.

Pour déceler cette influence, nous partirons de l'équation approchée de Fick :

$$dq = -\mathrm{D}s \frac{dc}{dx} dt.$$

Nous ferons constantes les quantités s (somme des sections capillaires), c (concentration de l'électrolyte), dc/dx (chute de concentration).

Pour un temps t assez court et pour les sels neutres qui ne chargent pas la paroi, les quantités q diffusées devront être sensiblement proportionnelles aux coefficients D. Il n'en sera plus de même, si notre conception est exacte, pour les acides et les bases.

Voici quelques chiffres parmi ceux que nous avons recueillis à la température de 18°, c étant égal à 0 gr. 200 et t à 60 minutes pour chaque sel :

	D.10^5	q	$\pi - \pi'$
	centim.-sec.	g.	volt.
KCl.	1,60	0,009	0,000
NaCl	1,00	0,0076	0,000
LiCl	0,90	0,007	0,000
AzO^3H	2,60	0,0066	0,040
$C^2H^2O^4$	0,80	0,0048	0,012
$C^6H^8O^7$	0,40	0,0032	0,008
NaOH.	1,25	0,0035	0,033

La plupart des acides monovalents et les bases qui diffusent dans l'eau plus rapidement que la plupart des sels neutres monovalents diffusent à travers les membranes moins vite que ceux-ci. L'abaissement de la perméabilité de la membrane est moindre pour les acides à ions négatifs divalents et trivalents qui la chargent moins énergiquement par contact.

Tous ces faits accusent le rôle de la polarisation de la paroi dans sa perméabilité aux électrolytes.

En voici d'autres, plus suggestifs peut-être au point de vue biologique.

Soit un couple liquide dont un élément sera constitué par de l'eau ou une solution très diluée, l'autre par une solution plus concentrée d'un sel neutre, à laquelle nous ajouterons une trace d'acide ou de base juste suffisante pour polariser la membrane interposée; si le champ du feuillet polarisé est de même sens que le champ de diffusion du sel, le cloisonnement du couple en accroîtra le voltage; il l'abaissera dans le cas contraire. En outre, pour

une certaine orientation de son champ, l'interposition du feuillet devra gêner la diffusion du sel; pour une orientation contraire, il la devra favoriser.

Or, si l'on fait diffuser à travers une membrane en vessie de porc, dégraissée par un épuisement à l'éther et longuement lavée, dont la section est s, une solution de $MgCl^2$ 1/10 normale vers une solution 1/100 normale, il passera en 30 minutes, à la température de 18°, 12 milligrammes de ce sel à travers la membrane; si on acidule par une trace d'HCl (1/100 normal d'acidité) la solution de $MgCl^2$ 1/10 n et celle-là seulement, à la même température, à travers la même membrane (dont le cloisonnement augmente le voltage du couple), et pendant le même temps, il n'en passera que 3,5 milligrammes.

Inversement, une trace de soude dans une solution de NaCl suffit à doubler presque pour ce sel la perméabilité d'une membrane en vessie de porc.

Si, maintenant, on suppose fixé le sens du champ du feuillet, en prenant comme point de comparaison la perméabilité d'une paroi non polarisée, le feuillet témoignera d'une imperméabilité relative pour l'ion d'un sel et d'une perméabilité accrue pour l'ion d'un autre sel, selon l'orientation du champ de diffusion.

Ainsi donc, *in vitro*, et du seul fait qu'elle se polarise au contact d'une solution saline dont la neutralité n'est pas stricte, une membrane, d'ailleurs quelconque, à laquelle il n'est pas nécessaire d'attribuer la structure et la constitution chimique des membranes de précipité, se montrera, pour le sel dissous qui diffuse, et à la condition que le champ de diffusion de ce sel soit orienté dans un sens donné, non pas imperméable sans doute (les membranes de précipité elles-mêmes ne le sont pas), mais trois fois moins perméable qu'elle ne le serait si, dans la solution saline qu'elle sépare de l'eau, les ions H^+ et les ions OH^- s'équilibraient exactement.

Vraisemblablement, d'ailleurs, d'une membrane à l'autre, cet abaissement de perméabilité doit être différent; en effet, le pouvoir d'absorption des ions positifs ou négatifs, dont dépend la valeur ε de la différence de potentiel de la couche double, nous a paru varier suivant la nature de la membrane et, conséquemment, la valeur E du champ de polarisation. Il n'est dont pas absurde d'imaginer, à priori, qu'il puisse exister des membranes en substance protéique, par exemple, pour lesquelles la valeur de E correspondant à l'adsorption des ions H^+ et OH^-, et corrélativement l'abaissement de la perméabilité, puissent être plus considérables que dans les expériences que nous venons de relater.

Au point de vue biologique, on voit l'intérêt que ces faits présentent. Certes, nous ne devons pas oublier (nous le disions tout à l'heure) que, de notre schéma *in vitro* à la vie, aux cellules vivantes, l'interpolation n'est légitime que dans la mesure où les conditions physico-chimiques réalisées de part et d'autre sont identiques ou, tout au moins, très voisines. Mais cette analogie ne nous paraît justement pas douteuse. Les observations de Hertwig, Schwann, Reinke, de Vries et de bien d'autres ont établi que la réaction du suc des cellules vivantes animales ou végétales s'écarte assez de la neutralité pour qu'on la puisse déceler aisément, même au tournesol; chez les animaux, l'acidité ou l'alcalinité du suc des cellules de certaines glandes est, comme on sait, fort élevée; si l'on envisage, en sens inverse, la perméabilité des éléments vivants aux électrolytes du milieu qui les baigne, le sérum, la lymphe s'écartent également de la neutralité.

Quant à la structure capillaire criblée ou lacunaire de notre membrane, qui est, avec la présence d'un excès d'ions H^+ ou OH^- dans le milieu qui la baigne, la seconde condition nécessaire à la polarisation, nous ne pensons pas qu'il soit raisonnable d'en douter; ce ne peut jamais être que par des interstices, si fins qu'on les suppose, que l'eau diffuse dans le cas de la plasmolyse, ou dans le cas de la turgescence; et, quelque hypothèse qu'on puisse faire sur la grosseur des micelles qui composent la membrane, il est vraisemblable qu'à traverser ces interstices, les plus grosses molécules d'électrolytes ne doivent pas éprouver plus de difficulté que n'en éprouverait un rat à s'engager dans une porte cochère.

Il reste, enfin, la force tangentielle qui, si faible qu'elle soit, doit suffire à assurer dans les interstices capillaires le glissement de la couche électrique mobile appartenant à la veine liquide; mais l'on voit sans peine que, dans les cellules vivantes, cette force tangentielle sera la différence de pression osmotique partielle correspondant à l'électrolyte dont on envisage la perméabilité de part et d'autre de la membrane d'enveloppe.

Ainsi donc tous les facteurs essentiels qui, dans notre schéma physico-chimique, suffisaient à assurer à la membrane une hémiperméabilité relative aux électrolytes, nous les retrouvons dans les tissus vivants; cette hémiperméabilité est chez eux incontestablement plus parfaite, mais c'est qu'en vue de cette fin, et corrélativement, d'autres facteurs probablement interviennent; nous les connaissons mal; il en est un toutefois dont il est légitime de supposer l'existence : c'est l'absorption des électrolytes par les granules colloïdaux que le suc cellulaire contient en suspension.

III. — Différences de potentiel dans les tissus vivants.

La connaissance des lois de l'électrisation de contact va nous permettre de jeter quelque jour sur une autre question dont l'intérêt physiologique est encore profond. Nous voulons parler de l'interprétation physico-chimique des différences de potentiel des tissus vivants, et plus particulièrement d'une difficulté qu'on rencontre dans cette interprétation lorsqu'on étudie la variation de cette différence de potentiel en fonction de la température.

Nous supposerons connus les phénomènes eux-mêmes et nous nous contenterons de rappeler qu'entre deux points dissymétriques d'un muscle (du tendon à la face longitudinale), de la surface de section à la surface longitudinale d'un nerf, ou de la face interne à la face externe d'un tissu quelconque, il existe une différence de potentiel.

Considérons des cellules vivantes et le liquide interstitiel qui les baigne; d'une cellule à l'autre, ou d'un groupement de cellules à la lymphe ou à la sève qui les imprègne, l'inégale concentration des électrolytes dissous (ou la différence de pression osmotique qui y correspond) déterminera un mouvement de diffusion; mais les membranes qui enveloppent ces éléments vivants sont hémiperméables, c'est-à-dire imperméables à certains de ces électrolytes; nous envisagerons l'un d'eux : ce sera, je suppose, un sel bivalent. Ostwald pense[1] que la membrane, sur la structure de laquelle il ne se prononce, d'ailleurs, pas clairement, laissera passer l'un des deux ions du sel, le négatif, par exemple, et qu'elle arrêtera l'autre au passage; une différence de potentiel prendra naissance, et « les forces électro-statiques ainsi révélées empêcheront, quand elles seront devenues égales à la pression osmotique des ions négatifs, la progression de ces derniers ». Ceux-ci formeront, en un mot, sur l'une des faces de la membrane, une couche électrique de densité égale et de signe contraire à celle que constituent, sur l'autre face, les ions positifs arrêtés au passage; c'est le schéma physico-chimique des phénomènes électriques des tissus vivants le plus rationnel et le plus légitime, puisqu'il ne fait que se fonder, en somme, sur ce que nous savons être la réalité objective : des inégalités de concentration saline et l'hémiperméabilité des membranes cellulaires. Une seule part d'hypothèse : la représentation qu'Ostwald se fait, et qui n'est d'ailleurs qu'à demi-explicative, des membranes hémiperméables. Le mécanisme très simple qu'il imagine aboutit, comme celui, singulièrement plus compliqué, que nous décrivions tout à l'heure en détail, au résultat essentiel de la polarisation de la membrane. Mais l'on serait mal fondé à croire, en présence de cette identité du résultat, que la simplicité du mécanisme imaginé par Ostwald soit une raison pour l'adopter; en effet, les différences de potentiel de part et d'autre de la membrane, réalisées par le mécanisme qu'il décrit, « ne sont, dit-il, qu'un cas particulièrement simple des phénomènes que Nernst expliqua par le contact des solutions d'électrolytes, et, des équations qu'il a posées, on tire celles qui sont valables ici si l'on égale à 0 la vitesse de transport ». Mais l'équation d'une pile de concentration :

$$\Pi = RT \frac{\upsilon + \nu}{\upsilon - \nu} \ln \frac{c_1}{c_2}$$

établit la proportionnalité de sa force électromotrice à la température absolue T. Or, comme l'a très bien remarqué Bernstein[1], des divers facteurs dont dépendent les phénomènes électriques des tissus vivants, la température est le seul dont nous soyions maître, et la proportionnalité à T, le seul critérium dont nous disposions pour vérifier l'exactitude de l'interprétation physico-chimique d'Ostwald.

Disons de suite que, si l'on consulte l'expérience, les résultats qu'elle fournit ne lui sont guère favorables; Bernstein, il est vrai, a trouvé, avec les muscles et les nerfs de la grenouille, des variations en fonction de T qui, bien que s'écartant notablement des valeurs théoriquement prévues (les écarts atteignent 8 % dans certaines expériences), lui paraissent encore conciliables avec l'hypothèse des « courants de membranes ».

Mais les recherches de Hermann, de von Gendre, de Biedermann, et surtout celles de Lesser[2] sur la peau de grenouille montrent que, tout au moins chez ce dernier tissu, les différences de potentiel croissent suivant une loi à peu près impossible à établir exactement, en raison des difficultés expérimentales qu'on rencontre, mais certainement beaucoup plus rapide que la proportionnalité à la température absolue.

En fait, cette difficulté nous paraît facile à résoudre si, à l'interprétation qu'Ostwald propose de la polarisation des membranes d'enveloppe, nous substituons la nôtre, plus compliquée, mais à laquelle l'expérience nous a paru donner raison déjà. Dans l'expression :

$$E = \frac{RT}{2\pi\varepsilon}$$

[1] *Zeitschrift für physikal. Chem.*, 1890.

[1] *Archiv für die gesammte Physiologie*, 1892, p. 760.

[2] *Archiv für die gesammte Physiologie*, 1907. M. Lapicque et moi, nous avons trouvé sur la peau de grenouille des résultats dans le sens de ceux de Lesser. Nous nous disposions à les publier quand nous eûmes connaissance de l'article de Lesser.

du champ de polarisation de la membrane figure en dénominateur le coefficient η qui, comme on sait, varie en fonction de la température suivant une loi beaucoup plus rapide que la proportionnalité à la température absolue; l'intercalation d'une membrane dans un couple dont la réaction n'est pas neutre aura donc pour effet d'en faire varier le voltage, non plus proportionnellement à T, mais suivant une loi plus rapide.

Nous pouvons distinguer deux cas, suivant l'orientation réciproque du champ du feuillet interposé et du champ de diffusion de l'électrolyte.

Si ces deux champs sont de sens contraire, le cloisonnement du couple en abaissera le voltage π, qui devient π'; la différence $\pi - \pi'$ ($\pi < \pi'$), qui correspond au champ du feuillet, est de signe contraire à π et croîtra en raison inverse de η. L'élévation de la température aura donc cet effet, paradoxal pour un observateur non averti, d'abaisser le voltage π' et suivant une loi beaucoup plus rapide que la proportionnalité à la température absolue.

Exemple 1. — Soit un couple liquide constitué par une solution d'HCl 1/50 *n* et une autre solution du même acide 1/2500 *n*. A 15°, π est égal à $+0{,}034$ volt; l'intercalation d'une membrane en vessie de porc abaisse le voltage, qui devient égal, en régime permanent et à la même température, à $\pi' = +0{,}004$; à 38°, le sens du voltage est inversé et l'on a $\pi' = -0{,}016$ volt.

Si le champ du feuillet et le champ de diffusion sont de même sens, le cloisonnement du couple en accroîtra le voltage, qui passe de π à π'' ($\pi'' > \pi$), et la différence $\pi'' - \pi$, étant cette fois de même signe que π et croissant en raison inverse du coefficient de viscosité, l'élévation de la température fera croître π'' suivant une loi plus rapide que la proportionnalité à T.

Exemple 2. — Un couple liquide, dont un élément est constitué par une solution de SO^4K^2 normale alcalinisée par une petite quantité de KOH (1/100 *n* d'alcalinité) et l'autre élément par cette même solution diluée au 100e (et non alcalinisée), donne un voltage $\pi = 0{,}020$ volt à 20°. L'intercalation d'une membrane augmente le voltage de ce couple qui, à la même température et quand le régime permanent est établi, devient égal à $\pi'' = +0{,}026$; à 48°, $\pi'' = +0{,}031$.

Revenons aux tissus vivants; si l'on commence par ne pas tenir compte de la polarisation des membranes enveloppantes, d'une cellule à l'autre ou des cellules au milieu interstitiel qui les baigne, les différences de concentration en électrolytes engendreront des différences de potentiel au contact, orientées de façon quelconque, mais dont la somme algébrique n'est pas nulle; d'autre part, la réaction du liquide protoplasmique s'écartant plus ou moins de la neutralité, cette condition est suffisante pour rendre légitime l'hypothèse d'une polarisation de la membrane cellulaire; dès lors, conformément au mécanisme que nous avons décrit, les différences de potentiel d'un point à l'autre du tissu envisagé varieront suivant une loi plus rapide que la proportionnalité à T; pour qu'elles croissent avec la température, il suffit que la polarisation des membranes cellulaires intervienne dans le phénomène électrique global comme un facteur positif; il suffit d'imaginer, en un mot, un schéma analogue à l'expérience 2.

Nous ne pensons pas que les deux phénomènes biologiques à l'étude desquels nous venons de nous attacher soient les seuls dont la connaissance des lois de l'électrisation de contact facilite l'interprétation. Nous n'émettrons pas d'hypothèses; elles risqueraient fort d'être vaines, ne s'appuyant sur rien de précis.

Mais nous pensons qu'il y a quelque utilité à attirer sur ces lois l'attention des biologistes. Nous l'avons fait, du moins, dans l'espérance qu'un jour, jaillira, en rapprochant les faits qu'elles synthétisent des autres faits que l'observation pourra révéler, un peu de clarté sur l'un des mille points du monde vivant qu'embrument encore tant de mystères.

Pierre Girard.

LA PRODUCTION ARTIFICIELLE DU DIAMANT

On sait qu'un arc voltaïque, comportant, en dérivation sur ses électrodes, une capacité et une self-induction, rend, dans des conditions convenables, un son musical dû aux fluctuations régulières de la décharge électrique. M. M. la Rosa, professeur à l'Université de Palerme, a constaté que ce phénomène (observé pour la première fois par Duddell) se produit aussi en l'absence d'une bobine de self; tout en étant d'une moindre régularité, les oscillations de courant deviennent alors plus rapides et d'une amplitude plus grande, de façon que l'énergie moyenne de chaque décharge s'accroît dans des proportions notables. L'analyse spectrale confirme ce fait remarquable.

Dans ces conditions, il était tout naturel de tenter l'application de cet arc « musical » modifié à la

production d'effets thermiques impossibles dans le cas des arcs et des fours électriques ordinaires, par exemple à la fusion du carbone.

On sait que Moissan, dans son travail classique sur le four électrique, n'a pu observer la moindre trace de carbone fondant. Il en concluait que le carbone, comparable à l'arsenic, passe directement de l'état solide à l'état gazeux, sans liquéfaction intermédiaire, dans le vide aussi bien qu'à la pression atmosphérique. Il n'en affirma pas moins que le carbone pourrait être fondu sous une pression extrêmement élevée, et il s'en inspira pour produire des particules identiques, par leurs propriétés physiques et chimiques, au diamant.

Aussi, pour résoudre définitivement la question de la fusibilité du carbone, M. la Rosa a-t-il eu l'idée de profiter des effets thermiques si énormes de l'arc musical.

L'arc dont il se sert affecte la forme d'un éclateur à électrodes de charbon verticales. Au charbon inférieur, est attaché un creuset en terre réfractaire percé d'un trou et rempli d'une fine poudre de charbon de sucre à 3 ou 4^{mm} de hauteur au-dessus de l'électrode de charbon. Le charbon supérieur passe à travers un autre trou pratiqué dans le couvercle du creuset. Le charbon de sucre était d'une remarquable pureté et ne laissait, après combustion dans un courant d'oxygène, qu'un résidu de 7 °/₀₀. Les électrodes de charbon étaient également d'une grande pureté et donnaient un résidu de 33 °/₀₀ seulement.

Au passage de l'arc musical entre la poudre du creuset et l'électrode de charbon supérieure (la polarité étant variée à volonté), un petit tourbillon de carbone incandescent s'est produit entre les deux électrodes. La poudre charriée par ce tourbillon frappait les parois, dont on la détachait par des chocs convenables, de façon à la faire tomber à travers l'arc voltaïque. Après avoir continué ce processus pendant quelques heures, l'on a trouvé des incrustations de formes et de dimensions variables, attachées aux deux électrodes. Celles de l'électrode positive étaient larges plutôt que hautes, et à peu près de la forme de cônes tronqués reposant par leur petite base sur l'électrode, tandis que l'autre base, considérablement creusée, donnait à l'incrustation l'aspect d'une calotte d'une hauteur maximum de 6 millimètres et d'un diamètre maximum de 14 millimètres. L'incrustation recouvrant l'électrode négative présente, au contraire, la forme d'un cylindre d'un diamètre inférieur à celui de l'électrode et d'une surface plus ou moins irrégulière; sa hauteur maximum est de 10 millimètres. La partie tournée vers l'autre électrode est amincie et arrondie vers le haut. Des particules de charbon de sucre adhèrent aux surfaces terminales entre lesquelles passe l'arc musical, présentant une nuance uniformément grise, avec des veines légèrement émaillées d'un gris pâle lumineux.

En cassant ces incrustations, on obtient, dans les parties périphériques, une substance de faible résistance mécanique et presque friable, se réduisant en poudre sous un effort minime. Dans cette poudre, on reconnaît, sous le microscope, les particules primitives de carbone transformées en partie ou intégralement en graphite. Les parties intérieures consistent, au contraire, en un graphite plus compact et plus résistant, d'une surface onctueuse et lumineuse. Ces particules ne permettent plus de distinguer au microscope la moindre trace des contours ni de la structure des particules de carbone primitives.

Ces échantillons de graphite présentent une résistance assez grande à la combustion; leur résidu, de 5 °/₀₀, est plus faible que celui du charbon de sucre employé à le produire. Cette analyse et les résultats de l'observation microscopique, ainsi que la ténacité de l'agglomérat, autorisent à affirmer que les particules en question ne sauraient être identiques aux particules primitives de carbone converties en graphite, et collées l'une à l'autre par de faibles quantités de matières étrangères.

L'hypothèse que la formation de ces incrustations serait due à la sublimation du charbon doit être écartée, l'expérience faite dans des conditions identiques avec un arc à courant continu ne donnant pas les mêmes résultats. Les incrustations formées dans ce cas sont, en effet, d'une consistance très peu solide.

De ces observations, M. la Rosa tire la conclusion que les particules de charbon, frappées par l'arc musical, passent, en raison de la température exceptionnellement élevée de ce dernier, à l'état liquide. Dans cette hypothèse, il était bien légitime de supposer que les particules de carbone liquide, en se refroidissant, pourraient prendre une forme cristalline. Or, on sait que le graphite est la seule modification allotropique du carbone aux températures élevées, et que le diamant lui-même se convertit en cette forme au four électrique. Aussi, pour obtenir des cristaux, fallait-il assurer aux particules de carbone frappées par la décharge un retour prompt et définitif à une température basse, et, comme cela n'était guère possible avec la disposition décrite ci-dessus, M. la Rosa substitua à l'arc musical une étincelle condensée très puissante. Dans ces conditions, la masse de charbon se maintient à la température ordinaire et ce ne sont que les particules immédiatement frappées par la décharge qui subissent l'échauffement.

C'est ainsi que M. la Rosa a réussi à isoler, du

charbon de sucre soumis au traitement électrique, des particules d'un poids spécifique intermédiaire entre 2, 9 et 3, 2 (densités du bromophone et de l'iodure de méthylène respectivement), particules plus ou moins arrondies, parfois luisantes ou parfaitement transparentes, et d'un grand pouvoir réfracteur. Quelques-unes de ces particules présentent des propriétés cristallines indubitables.

Les figures 1 et 2 reproduisent les microphotographies de quelques échantillons choisis parmi les particules les plus belles ainsi obtenues. La figure 1 représente un cristal simple, combinaison de deux tétraèdres à faces courbes, d'un grand éclat et parfaitement transparent. Une autre particule (fig. 2) se compose d'un système de plusieurs cristaux plus ou moins tronqués, où l'on distingue parfaitement deux tétraèdres et deux petites pyramides aux bases carrées. Toutes ces particules sont extrêmement dures et rayent parfaitement le rubis.

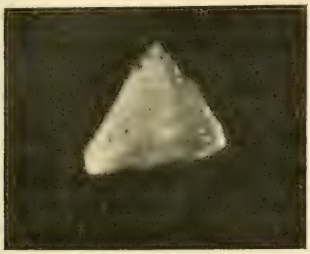


Fig. 1.

Elles résistent à l'action continue des acides concentrés bouillants les plus énergiques.

Or, il n'y a que deux substances qui possèdent les propriétés physiques et chimiques énumérées ci-dessus, à savoir : le diamant et le carborundum, cristallisant, le premier dans le système cubique, le second en prismes hexagonaux. Pour établir exactement la nature des deux cristaux, il faudrait déterminer leur système cristallin, ce que l'auteur n'a pas encore été en mesure de faire. La combustion permettrait également de trancher la question, mais la quantité minime de matière jusqu'ici disponible ne se prête guère à un essai pareil, que l'auteur se réserve, du reste, de faire.

Fig. 2.

Mais, comme une expérience de contrôle qui éliminait absolument la présence de quantités appréciables de silice a donné des résultats identiques, M. la Rosa affirme avec une haute vraisemblance que ces particules sont bien du diamant véritable.

Alfred Gradenwitz.
Docteur ès sciences.

REVUE ANNUELLE DE PHYSIOLOGIE

PREMIÈRE PARTIE : GÉNÉRALITÉS

I. — Questions d'intérêt général.

§ 1. — Bibliographie.

1. *Traités généraux.* — Nous signalerons parmi les traités généraux :

Un grand traité allemand de *Technique physiologique* en trois gros volumes, publié, sous la direction du professeur R. Tigerstedt, d'Helsingfors, par une série de spécialistes : *Handbuch der physiologischen Methodik*, Leipzig, 1908-1909. Plusieurs fascicules ont paru, notamment : Bethe : *Wirbellose Tiere* ; Asher : *Physikalische Chemie* ; Oppenheimer : *Methodologie der Enzymforschungen* ; Magnus : *Bewegungen des Verdauungsrohres* ; Pawlow : *Absonderung der Verdauungsdrüsen*, etc. ;

La continuation de la publication du *Grand traité de Physiologie* publié sous la direction de Nagel, qui constitue une encyclopédie complète des sciences physiologiques ;

Le 8e volume (1909) des *Ergebnisse* d'Asher et Spiro. Parmi les monographies qu'il contient, nous relevons : *Psychophysiologie de l'analyse des sons*, par Schaefer ; *Physiologie comparée des substances irritables*, par Biedermann ; *Coordination et représentation des mouvements musculaires dans le système nerveux central*, par Beevor ; *Innervation du cœur chez les Invertébrés*, par Carlson ; *Thyroïde et circulation*, par von Fürth ; *Dioptrique oculaire*, par Rohr ; *Pouls artériel*, par Tigerstedt ; *Actions photodynamiques*, par von Tappeiner, etc. ;

Un vol. nouveau des *Further advances in Physiology*, édité par Léonard Hill et contenant une série de monographies sur le cœur, le pouls, les mouvements respiratoires, les localisations cérébrales ;

Les fasc. 1 et 2 du tome VIII du *Dictionnaire de Physiologie de* Charles Richet (*Méthode graphique, greffe animale, grenouille, hématie, hémoglobine, hémolyse, hémorragie, hérédité, hibernation*, etc.);

Plusieurs traités spéciaux :

J. Ch. Bose : *Comparative Electrophysiology*, Londres, 1908;

Boruttau : *Lehrbuch der medicinischen Physik*, Leipzig, 1908;

Victor Henri : *Cours de Chimie physique*, Paris, 1909;

A. von Koranyi et P. F. Richter : *Physikalische Chemie und Medizin*, Leipzig, 1907-1908.

2. *Périodiques et Recueils de travaux.* — Le projet de publier à partir du 1er janvier 1908 le *Journal of Anatomy and Physiology* en deux sections, l'une d'Anatomie, l'autre de Physiologie, dont nous avions parlé dans notre précédente revue, a été abandonné. Le Professeur Schäfer, d'Edimbourg, qui devait en diriger la partie physiologique, s'est associé avec les Professeurs F. Gotch, d'Oxford, W. D. Halliburton, de Londres, pour éditer une nouvelle revue sous le titre de *Quarterly Journal of experimental Physiology*, dont le premier fascicule a paru en janvier 1908.

L'année dernière a vu naître une autre revue exclusivement consacrée à la Technique physiologique : *Zeitschrift für biologische Technik und Methodik*, publiée à Strasbourg par Martin Gildemeister, privat-docent à l'Université. Le 1er fascicule est daté du 12 mai 1908.

Parmi les nouveaux périodiques pouvant intéresser les physiologistes, nous citerons également :

a) *Folia neuro-biologica*, organe international pour la biologie du système nerveux, publié à Leipzig et dirigé par le Dr E. Hekma, de Groningue, avec la collaboration de nombreux spécialistes de différentes nationalités ;

b) *Archiv für Zellforschung*, publié à Leipzig sous la direction de Richard Goldschmidt, privat-docent à l'Université de Munich ;

c) *Zeitschrift für induktive Abstammungs- und Vererbungslehre*, Berlin ;

d) *Zeitschrift für Immunitätsforschung und experimentelle Therapie ; I. Originale ; II. Referate*, publiée à Iéna à partir du 1er janvier 1909 par E. Friedberger (Berlin), R. Kraus (Vienne), H. Sachs (Francfort-sur-Main), P. Uhlenhuth (Gr. Lichterfelde, Berlin) avec la collaboration de nombreux spécialistes : Babes (Bucarest), Bordet (Bruxelles), Calmette (Lille), Metchnikoff (Paris), etc. ;

e) *The Journal of Pharmacology and experimental Therapeutics*, publié à Baltimore (U. S. A), à partir du 1er mai 1909 par John J. Abel, professeur de Pharmacologie à Johns Hopkins University.

f) *Heart, a Journal for the Study of the Circulation*, publié à Londres, à partir du 1er juillet 1909, par Th. Lewis, avec la collaboration de Gaskell, Bayliss, Lauder Brunton, Carlson, Erlanger, Gotch, Starling, etc.

g) *La Revue psychologique*, publiée à Bruxelles, par Mlle Ioteyko, depuis le 1er mars 1908.

h) *Rivista di Scienza* (*Scientia*), Bologne, Paris, Londres, Leipzig, revue internationale en quatre langues, dans laquelle paraîtront de nombreuses revues générales ayant trait à des sujets de Biologie.

Signalons aussi *Biometrica, a Journal for the Statistical Study of biological problems*, publié à Cambridge sous la direction de Francis Galton, dont nous aurions dû mentionner l'apparition dans notre avant-dernière revue.

Parmi les recueils de travaux, nous citerons :

Beiträge zur Physiologie und Pathologie. Festschrift (volume jubilaire), dédié à Ludimar Hermann, par ses élèves, Stuttgart, 1908.

Adolf Fick : *Gesammelte Schriften*, 4 vol., Würzburg.

A. Mosso : *Laboratoire scientifique international du Mont Rosa. Travaux des années* 1904-1907, II. Turin, 1908.

Travaux de la Station physiologique du Parc des Princes, à Boulogne-sur-Seine, pendant 1906-1907. Paris, 1908.

3. *Monographies.* — Parmi les nombreuses monographies pouvant intéresser les physiologistes :

Amblard : Mesure clinique de la tension artérielle. Paris, 1909.
Augé : De la perception à distance des bruits intracardiaques. Paris, 1908.
Ludwig Bach : Pupillenlehre. Anatomie, Physiologie und Pathologie. Methodik der Untersuchung. Berlin, 1908.
Bárány : Physiologie und Pathologie der Beugungsapparate beim Menschen. Wien, 1907.
Bénédikt : Biomécanisme et biovitalisme en médecine et en biologie. Trad. Robert-Tissot. Paris, 1908.
P. Bonnier : La voix professionnelle. Paris, 1907-1908.
Robert Bing : Die Bedeutung der spinozerebellaren Systeme. Wiesbaden, 1907.
Bechterew : Die Funktionen der Nervenzentra. Edit. allem. Iena, 1908.
Karl Braeunig : Mechanismus und Vitalismus in der Biologie des neunzehnten Jahrhunderts. Leipzig, 1907.
O. Cohnheim : Physiologie der Verdauung. Leipzig, 1908.
E. von Cyon : Das Ohrlabyrinth als Organ der mathematischen Sinne für Raum und Zeit. Berlin, 1908.
H. Driesch : Der Restitutionsreiz. Leipzig, 1909.
Dumas : Bradycardies et faisceau de His. Paris, 1909.

L. Edinger et Ed. Claparède : Ueber Tierpsychologie. Leipzig, 1909.
P. Fauvel : Physiologie de l'acide urique. Paris, 1907.
S. I. Franz : On the functions of the cerebrum. New York, 1908.
V. Franz : Die Welt des Lebens in objektiver nicht anthropocentrischer Betrachtung. Leipzig, 1907.
Hans Friedenthal : Arbeiten aus dem Gebiet der experimentellen Physiologie. Iena, 1908.
Mlle S. Frison : Recherches expérimentales sur l'anesthésie par le chloroforme. Paris, 1908.
Gréhant : Recherches expérimentales sur la toxicité de l'urée. Paris, 1908.
H. Gulzmann : Physiologie der Stimme und Sprache. Braunschweig, 1909.
Friedrich Hempelmann : Der Frosch. Leipzig, 1909.
J. Joteyko : La fonction musculaire. Paris, 1909.
J. Joteyko et Stefanowska : Psychophysiologie de la douleur. Paris, 1909.
Leopold Levi et Henri de Rothschild : Etudes sur la physio-pathologie du corps thyroïde et de l'hypophyse. Paris, Doin, 1908.
Jacques Loeb : La dynamique des phénomènes de la vie. Paris, 1908 ; trad. française de l'ouvrage signalé dans la revue de l'année dernière.
Fernand Masay : L'hypophyse, étude de physiologie pathologique. Bruxelles, 1908.
J. G. Monckeberg : Untersuchungen über das Atrioventricularbündel im menschlichen Herzen. Iena, 1908.
M. Nicloux : Les anesthésiques généraux au point de vue chimico-physiologique. Paris, 1908.
Hermann Munk : Ueber die Funktionen von Hirn und Rückemark. Ges. Mitt. Berlin, 1909.
Parhon et Goldstein : Les sécrétions internes. Pathologie et Physiologie. Paris, 1909.
E. Rade : Geschichte der biologischen Theorien. Leipzig, 1909.
H. Schade : Die Bedeutung der Katalyse für die Medizin. Kiel, 1908.
Ch. S. Sherrington : The integrative action of the nervous System. New-York, 1907.
Richard Schmidt : Fakire und Fakirtum im alten und modernen Indien. Berlin, 1908.
Jacques Soubies : Physiologie de l'aéronaute, 1908.
C. Spiess : Recherches sur l'évolution de la fonction digestive avec quelques réflexions sur les progrès de la Physiologie. Paris, 1909.
von Sterneck : Der Sehraum auf Grund der Erfahrung. Leipzig, 1907.
H. Strasser : Lehrbuch der Muskel- und Gelenkmechanik. Berlin, 1908.
J. A. van Trotsenburg : Die Seekrankheit, 1908.
Fernand Villemin : Le corps jaune considéré comme glande à sécrétion interne de l'ovaire. Thèse de Lyon. Paris, 1908.
C. Vion Delphin : Contribution à l'étude des mouvements de pronation et de supination. Paris, 1908.
R. M. Yerkes : The dancing mouse. New York, 1908.

§ 2. — Nécrologie.

La mort a fait cette année de nombreux vides dans les rangs des physiologistes. Nous avons eu à déplorer la mort de :

Carl von Voit, professeur de Physiologie à l'Université de Munich ;
Oscar Langendorff, professeur de Physiologie à l'Université de Rostock ;
Hüfner, professeur de Chimie physiologique à l'Université de Tübingue ;
Rosemann, professeur de Physiologie à Münster (Westphalie) ;
O. Domrich, ancien professeur de Physiologie à l'Université d'Iena ;
Coppinger, professeur de Physiologie à l'Université de Dublin ;
Deseazali, professeur de Physiologie à l'Ecole de Médecine de Limoges ;
Danner, professeur de Physiologie à l'Ecole de Médecine de Tours ;
Phisalix, préparateur au Muséum de Paris ;
Wilbur Olin Atwater, professeur à la Wesleyan Université, Middletown (U. S. A.) ;
Henry Jackson, professeur de Physiologie à l'Université de Vermont de Burlington (U. S. A.) :
G. J. Preston, professeur de Physiologie à Baltimore (U. S. A.) ;
Biellousow, professeur d'Anatomie et de Physiologie à l'Université de Charkow ;
Charles E. Beevor, médecin de l'hôpital pour maladies nerveuses, à Londres ;
E. D. Mapother, professeur d'Anatomie et de Physiologie, à Dublin ;
Ch. Stewart, professeur d'Anatomie et de Physiologie comparées, à Londres ;
Tarchan Muranow, professeur de Physiologie à Saint-Pétersbourg ;
Barberá, professeur de Physiologie à l'Université de Messine, qui a péri dans le tremblement de terre de décembre 1908.

Citons aussi :

Chamberland, sous-directeur de l'Institut Pasteur, à Paris ;
Alfred Giard, professeur de Zoologie à Paris ;
Oscar Liebreich, ancien professeur de Pharmacologie à l'Université de Berlin ;
Vittorio Marchi, professeur d'Histologie ;
J. von Mehring, professeur de Clinique médicale à l'Université de Halle a/S. ;
Neumann, directeur de la Section chimique à l'Hôpital Rud. Virchow de Berlin ;
Ottomar Rosenbach, professeur de Médecine à l'Université de Breslau ;
Schlagdenhauffen, ancien professeur de Toxicologie et de Physique à l'Ecole supérieure de Pharmacie de Nancy, un des derniers survivants du corps professoral de l'ancienne Faculté de Médecine de Strasbourg.

II. — Physiologie générale.

§ 1. — Actions moléculaires.

Les questions de Physique moléculaire prennent chaque jour une importance croissante en Physiologie. La Physico-Chimie et la Physiologie se prêtent ici un mutuel appui. La constitution et les propriétés physiques des solutions colloïdales sont en ce moment un sujet à l'ordre du jour dans

ce domaine intéressant. Examinons brièvement quelques-unes des notions récentes concernant l'état colloïdal.

1. *Colloïdes. Soles.* — Une solution d'albumine, telle que nous la présente le sérum sanguin ou le blanc d'œuf dilué, est, pour le physiologiste, le type du *colloïde hydrophile stable.* C'est une *pseudo-solution* ou « *sole* », constituée par des particules extrêmement fines (0,1 μ à 0,01 μ) tenues en suspension dans le liquide.

a) *Ultrafiltration des soles.* L'existence de l'état granulaire du colloïde à l'état de *sole* peut être démontrée de différentes façons. L'une des plus probantes, c'est la filtration. En faisant passer les pseudo-solutions colloïdales, sous pression, à travers des filtres de gélatine durcie à pores très fins, Bechhold [1] est parvenu à retenir les granules, le liquide traversant seul le filtre, et même à séparer les uns des autres différents colloïdes à grains inégaux. Voici un exemple de ce triage par filtration : Une solution colloïdale de bleu de Prusse est mélangée avec une solution d'oxyhémoglobine, de manière à former une liqueur verdâtre. Ce mélange est versé sur deux filtres inégalement perméables et filtré sous pression modérée. Le filtre le plus serré retient les deux substances et laisse passer de l'eau claire. Le filtre à pores un peu moins fins retient les granules les plus gros, ceux de bleu de Prusse, et laisse passer la solution rouge d'hémoglobine. Un mélange d'albumoses peut être également séparé par cette filtration fractionnée. Ajoutons que Bechhold avait été précédé dans l'étude de la filtration des colloïdes par Starling et par d'autres.

b) *Ultra-microscope.* Siedentopf et Zsigmondy ont réussi à rendre visibles au moyen de l'ultra-microscope les granules des pseudo-solutions colloïdales. On sait que les particules solides en suspension dans un fluide réfléchissent la lumière, ce qui donne lieu à l'opalescence et au phénomène de Tyndall. En concentrant au moyen d'une lentille une vive lumière au sein du sole, on produit un cône lumineux qui fait tout à fait défaut dans les milieux homogènes *optiquement vides.* Si l'illumination est très intense et si la lumière est projetée latéralement, les granules apparaîtront dans le champ obscur de l'ultra-microscope comme des points brillants animés de mouvements browniens. On pourra les compter, mesurer leurs dimensions, leur volume, leur surface, ainsi que l'amplitude et la vitesse de leurs excursions. Ainsi une solution d'albumine à 1 °/₀, dont les granules ont un diamètre de 0,1 μ, contient par centimètre cube 20 trillions de granules. La distance qui sépare ces granules est de 1,3 μ et la surface totale des granules contenus dans 1 centimètre cube est égale à 60 mètres carrés. L'ultra-microscope nous permet d'apercevoir des particules dont le diamètre ne représente qu'un petit nombre de fois celui des molécules.

Quoique d'invention récente, l'ultra-microscope a servi à de nombreuses recherches. Kreidl et Neumann [1] ont vu à l'ultra-microscope la caséine du lait de vache, d'ânesse, etc., sous forme de particules brillantes animées de mouvements browniens très actifs. L'addition d'une petite quantité d'alcali les fait disparaître. Dans le lait de femme, les grains de caséine ne sont pas visibles à l'ultra-microscope, sans doute à cause de la faible acidité de ce liquide. L'addition d'une très faible quantité d'acide ou de présure au lait de femme y fait apparaître les granules de caséine. On peut, d'ailleurs, observer toutes les transitions entre les pseudo-solutions de colloïdes et les émulsions à particules visibles au microscope ordinaire. Dans les deux cas, les granules sont animés de mouvements browniens.

c) *Microcinématographie.* François-Franck [2] a récemment étudié ces mouvements au moyen du microscope ordinaire par le procédé de la microphotographie cinématographique (*micro-cinématographie*). Il s'est servi comme objet d'étude des granules d'une émulsion de caoutchouc. Les préparations étaient photographiées au moyen d'un objectif à immersion homogène, avec un temps de pose de 1/300 de seconde. Ce procédé permet de fixer et d'analyser les phases les plus fugitives des mouvements microscopiques.

Hürthle [3] l'a appliqué à l'étude des phénomènes microscopiques de la contraction des muscles striés de l'Hydrophile. Les fibres musculaires encore vivantes, et parcourues par des « ondes de contraction », fournirent des instantanés avec des temps de pose variant de 0",1 à 0",05. Comme les résultats obtenus par Hürthle diffèrent notablement de ceux des travaux classiques d'Engelmann, etc. (voir le schéma fig. 121, p. 248 du *Précis d'Histologie humaine* de Tourneux, qui reproduit un schéma publié en 1876 par l'auteur de ces lignes), nous ne les analyserons pas ici.

d) *Ultra-microorganismes.* Mais revenons à l'ultra-microscope. En voici une autre application intéressante :

Leo Errera s'était basé autrefois sur des considérations purement théoriques pour affirmer le

[1] *Zeits. f. physikal. Chem.*, t. LX, p. 3, et *Zeits. f. Chem. und Ind. d. Kolloïde.*

[1] *Arch. f. d. ges. Physiol.*, t. CXXIII, p. 523.
[2] *C. R. Soc. Biol.*, t. LXIV, p. 272.
[3] *Arch. f. d. ges. Physiologie*, t. CXXV, p. 1.

peu de probabilité de l'existence de microbes *ultra-microscopiques*. Les observations directes de Molisch[1] ont pleinement confirmé ces prévisions. Les microbes les plus petits que l'ultra-microscope ait jusqu'à présent permis de découvrir sont également visibles au microscope ordinaire. Les microbes *invisibles* devraient, d'ailleurs, par multiplication fournir des *colonies visibles*. On ne connaît aucun cas de *colonies* microbiennes *visibles* dont les individus seraient trop petits pour être *vus* individuellement. L'existence d'ultra-microorganismes paraît donc peu probable (contesté par Chauveau).

e) *Ultra-micrographie de la coagulation*. Le phénomène de la coagulation du sang a été également étudié à l'ultra-microscope par A. Mayer et par G. Cesana[2]. Tous deux s'accordent pour admettre que les filaments de fibrine qui se forment dans le plasma au moment de la coagulation résultent de la juxtaposition de granules ultra-microscopiques qui se disposent en séries linéaires.

Les granules eux-mêmes ne préexisteraient pas dans le plasma selon Mayer, tandis que Cesana les aperçoit à l'ultra-microscope en dehors de toute coagulation. Pour Cesana, le phénomène de la coagulation ne correspond pas à la solidification d'une substance primitivement dissoute : il s'agirait uniquement d'un changement dans l'arrangement de particules solides préexistantes qui s'agglutinent pour former la fibrine. Enfin, Fauré-Frémiet[3] et d'autres ont employé l'ultra-microscope pour l'étude de la structure intime du protoplasme.

f) *Charge électrique et cataphorèse des colloïdes*. Les particules en suspension possèdent une *charge électrique* positive ou négative, d'où leur transport vers le pôle négatif (colloïdes *positifs*) ou positif (colloïdes *négatifs*), quand on fait passer un courant électrique à travers leur solution.

Ce transport des particules positives vers le pôle négatif et des particules négatives vers le pôle positif peut être démontré macroscopiquement. Mais on peut également, à l'exemple de Cotton et Mouton, l'observer directement à l'ultra-microscope. On voit les particules exécuter des trajectoires rectilignes dans un champ alternatif, décrire des arcs de cercle dans un champ tournant, etc.

C'est probablement la répulsion due à la charge électrique des grains qui les empêche de se réunir et contrebalance l'effet de la tension superficielle. Cette dernière force devrait les pousser à s'agglutiner, de manière à réaliser le *minimum* de surface.

g) *Gels*. Le colloïde peut être séparé de sa solution ou *sole* par différents moyens et donner lieu à la floculation, la précipitation, la coagulation, etc. Il prend alors le nom de *gel*.

Les sels, les acides, les alcalis réalisent cette séparation avec une facilité plus ou moins grande suivant le degré de *stabilité* du colloïde. Comme l'albumine appartient au groupe des colloïdes stables, il faut de grandes quantités de sels neutres, par exemple la saturation au moyen du sulfate ammonique, pour la précipiter. Le phénomène est, dans ce cas *réversible*, c'est-à-dire que l'albumine précipitée en flocons se redissout quand on éloigne le sel, par exemple par dialyse. La coagulation des solutions d'albumine par la chaleur est un exemple de formation de *gel non réversible* : une fois coagulée, l'albumine ne peut plus se redissoudre; elle est *dénaturée*.

h) *Adsorption*. L'*adsorption mutuelle* des colloïdes et leur précipitation ont donné lieu à des applications pratiques intéressantes. Si l'on mélange du sérum dilué et légèrement acidulé par l'acide acétique avec certains colloïdes minéraux, par exemple une suspension d'hydrate de fer colloïdal ou de kaolin, il y a adsorption de l'albumine à la surface des grains minéraux et précipitation mutuelle des deux colloïdes. C'est un moyen pratique d'obtenir la désalbuminisation des liquides albumineux, par exemple du sérum sanguin dans les cas de dosage du sucre. Ce dosage ne peut s'effectuer par la liqueur cupropotassique qu'avec des liquides exempts d'albumine. La même précipitation de l'albumine s'observe quand on mélange ses solutions avec une émulsion de mastic.

i) *Précipitation mutuelle. Coagulation du sang*. Des recherches toutes récentes de Nolf semblent montrer que la coagulation du sang est, au fond, également un phénomène *physique* de précipitation mutuelle de plusieurs colloïdes en suspension dans le plasma, et nullement un phénomène de transformation *chimique* du fibrinogène par le ferment appelé thrombine, comme on l'admet encore généralement.

D'après la théorie la plus en vogue, celle d'Alexandre Schmidt, la coagulation du sang est un phénomène de *fermentation*. Le fibrinogène dissous dans le plasma sanguin éprouve une transformation chimique qui le fait passer à l'état solide, et le change en fibrine, sous l'influence d'un ferment qui prend naissance au moment où le sang sortant des vaisseaux vient au contact d'un corps étranger. Ce contact agit comme irritant sur les globules blancs du sang et les pousse à sécréter une substance qui joue le rôle principal dans la formation du ferment. D'après les derniers travaux de Fuld, Spiro, Morawitz, le ferment de la fibrine ou thrombine serait un produit fort complexe, dans la formation duquel interviendraient au moins trois éléments

[1] *Botan. Zeits.*, t. LXVI, p. 131.
[2] *Arch. di Fisiol.*, t. V, p. 180.
[3] *C. R. Soc. Biol.*, t. LXIV, p. 582

Deux de ces éléments, le *thrombogène* de Morawitz (*prothrombine* de Schmidt, *plasmozyme* de Fuld) et les sels de *chaux*, préexisteraient à côté du fibrinogène dans le plasma sanguin, tandis que le troisième, la *thrombokinase* de Morawitz (*cytozyme* de Fuld-Spiro, parte pro *substances zymoplastiques* de Schmidt), n'y préexisterait pas, mais serait fourni par les leucocytes au moment de la coagulation.

Nolf a montré que le plasma du sang des Mammifères contient tous les facteurs de la coagulation, sans en excepter celui qu'il a nommé thrombozyme et qui ne correspond pas tout à fait à la thrombokinase de Morawitz. Pour Nolf, les facteurs primordiaux sont au nombre de trois : *fibrinogène*, *thrombogène*, *thrombozyme*, préexistant tous trois dans le plasma sanguin en circulation. Ces trois colloïdes albumineux forment dans le plasma des pseudo-solutions ou soles, dont l'équilibre instable peut se maintenir indéfiniment au contact de la paroi vasculaire intacte ou d'un vase enduit de vaseline. Mais cet équilibre est des plus instables : il peut être rompu et le sole passer à l'état de gel par l'intervention de différents agents que l'auteur nomme *thromboplastiques* : contact du verre ou de tout autre corps étranger, fibrine concrète ou dissoute, colloïdes extraits des tissus, etc. L'équilibre une fois rompu, les trois colloïdes s'unissent pour former des produits d'addition, dont une partie passe à l'état de gel et se précipite sous forme de *fibrine solide*, dont une partie peut rester en solution et constitue la *fibrine dissoute*, que Nolf identifie avec la *thrombine* des auteurs.

La coagulation du sang serait donc, dans les conditions ordinaires, une *précipitation réciproque* de *colloïdes* au contact d'un corps étranger, donnant naissance à de la fibrine concrète et à de la thrombine. La thrombine, dans les conditions ordinaires, serait non l'antécédent et la cause de la coagulation, mais un de ses produits. Ce produit est d'ailleurs lui-même *thromboplastique* et provoque la précipitation des solutions de fibrinogène auquel on l'ajoute. Mais il ne s'agit pas là de phénomène de *catalyse*, de fermentation. La thrombine est consommée et disparaît dans la réaction.

k) *Hémolyse*. Un autre phénomène moléculaire pour lequel les recherches récentes ont substitué également une explication purement physique à l'explication chimique qu'on en donnait autrefois, c'est celui de l'*hémolyse*. On sait que la matière rouge de notre sang, l'hémoglobine, se trouve concentrée dans les globules, dont elle imprègne la substance Quoique très soluble dans l'eau, les solutions salines et le plasma sanguin, l'hémoglobine ne diffuse pas dans ce dernier liquide et reste dans les globules. On admettait autrefois, avec Hoppe-Seyler, que l'hémoglobine est retenue dans le globule grâce à des affinités chimiques qui la lient à certains constituants du stroma globulaire. Les liquides, comme l'eau distillée ou les solutions salines très diluées qui produisent ce qu'on appelle l'*hémolyse*, c'est-à-dire qui attaquent les globules et font passer l'hémoglobine en solution, étaient censés attaquer et décomposer ces combinaisons : l'hémoglobine libérée passait alors en solution dans le liquide ambiant.

Hamburger a montré il y a quelques années que l'explication est inacceptable : dans les cas dont il a été question, l'hémolyse dépend, non des propriétés *chimiques* du liquide hémolysant, mais de ses propriétés *physiques*, avant tout de sa *pression osmotique*. Au point de vue de l'hémolyse, le globule rouge peut être considéré comme formé d'une enveloppe semi-perméable englobant un contenu liquide tenant l'hémoglobine, les sels, etc., en solution. L'eau distillée et les liquides dilués hypotoniques gonflent le globule au point de dépasser la limite d'extensibilité du globule : la paroi éclate ou tout au moins s'altère, perd sa constitution de membrane semi-perméable, et le contenu d'hémoglobine se répand au dehors.

L'éther, le chloroforme, les acides biliaires et une foule d'autres agents produisent le même effet et font passer l'hémoglobine des globules rouges en solution. Ici aussi Nolf[1] a montré qu'il faut recourir à l'explication physique et rejeter l'explication chimique. Les agents hémolytiques produisent tous, non l'éclatement ou la déchirure de la paroi globulaire, mais une altération de sa perméabilité ou de son pouvoir d'imbibition. Ainsi on a signalé comme constituants de la paroi globulaire plusieurs substances nettement définies. Leurs molécules y sont probablement juxtaposées à la façon des éléments d'une mosaïque. Tous les dissolvants de ces substances sont des agents hémolytiques ; ils enlèvent quelques-unes des pierres de la mosaïque et la solution d'hémoglobine s'échappe par les trous qui en résultent dans la paroi globulaire. Ainsi se trouve ramenée à une seule idée directrice l'explication d'un grand nombre de faits d'apparence disparate.

l) *Adsorption et hémolyse*. Gengou[2] s'est attaché récemment à l'étude de l'adhésion moléculaire ou adsorption et de son intervention dans divers phénomènes biologiques. Il a montré que les agents hémolytiques d'origine animale, tels que le venin de serpent, le sérum d'anguille, la lécithine, l'alexine n'attaquent les globules et ne les dissolvent qu'après s'être attachés à leur surface par adsorption. Les agents tels que le citrate de soude, qui empêchent

[1] Nolf : Art. *Hémolyse* du *Dict. de Physiol. de Richet.*
[2] Gengou : *Arch. intern. Physiol.*, t. V, p. 1 et 115, 1908.

l'adsorption de l'hémolysine, s'opposent *ipso facto* à l'hémolyse. Réciproquement, une hémolysine dont l'action est paralysée en milieu citraté est réactivée par addition de chlorure de calcium ou de tout autre électrolyte qui neutralise l'action du citrate. Il s'agit ici, en général, de la substitution d'un phénomène d'adsorption à un autre phénomène d'adsorption.

m) *Adsorption des ferments acides.* Puisque nous traitons la question des phénomènes d'adsorption par les colloïdes, mentionnons les travaux de Michalis et Ehrenreiche sur l'adsorption des ferments[1] : diastase, trypsine, pepsine, présure, invertase, par différentes substances minérales pulvérulentes. On sait que les granules de kaolin ont une affinité spéciale pour les substances basiques : ils adsorbent avec avidité les matières colorantes basiques. L'argile et l'hydrate ferrique n'adsorbent, au contraire, que les matières colorantes acides. Or, certains ferments, notamment la pepsine et l'invertine, se comportent comme ces dernières substances et adhèrent aux grains d'argile ou d'hydrate ferrique, quand on les mélange ensemble. Ils paraissent donc présenter un caractère acide. Les autres ferments se comportèrent dans ces expériences comme des substances amphotères.

2. *Métaux colloïdaux.* — Comme on le voit par les quelques indications qui précèdent, l'étude des colloïdes organiques n'en est qu'à ses débuts; elle nous promet encore une ample moisson de faits et d'aperçus nouveaux. Mais les colloïdes minéraux, notamment les solutions métalliques colloïdales, intéressent également le physiologiste et le médecin.

Bredig et d'autres ont étudié l'action catalytique des solutions métalliques colloïdales à un point de vue purement physico-chimique et l'ont rapprochée de celle des ferments. On leur a même donné le nom de *ferments métalliques.* Albert[2] a insisté sur la similitude de leur action physiologique *in vivo* avec celle des ferments solubles ordinaires. Les médecins ont cherché à utiliser leur action thérapeutique dans une foule de maladies. Il paraît établi[3] qu'une injection d'argent colloïdal faite à haute dose chez le lapin augmente considérablement la résistance que présente cet animal vis-à-vis de l'action délétère des toxines diphtéritique et tétanique. Foà et Aggazzotti[4] admettent que le *collargol* favorise *in vivo* la destruction des toxines par oxydation. Car, *in vitro*, l'argent colloïdal ne paraît avoir aucune action sur les toxines microbiennes, tandis qu'injecté à dose suffisante chez le lapin il lui permet de résister à une dose dix fois mortelle de toxine.

Foà et Aggazzotti ont décrit une série de symptômes physiologiques extrêmement marqués qui se montrent après injection intraveineuse de petites doses d'*hyrgol* (mercure colloïdal), de *calomelol* (calomel colloïdal), d'*hydrate* de fer colloïdal, etc.

§ 2. — Antigènes et anticorps. Immunité et anaphylaxie.

1. *Toxines bactériennes, végétales et animales.* — Roux et Yersin avaient, en 1888, retiré pour la première fois d'un bouillon de culture microbienne (*bacille diphtéritique*) une *toxine* dont l'injection chez l'animal vivant produisait les mêmes symptômes que l'infection par le microbe correspondant. Peu de temps après, Kitasato isolait par un procédé analogue la *toxine tétanique.* Depuis cette époque, l'étude des toxines était restée l'apanage presque exclusif des bactériologistes. On avait, il est vrai, signalé plusieurs *toxines* d'origine végétale : la *ricine* des graines de *Ricin*, l'*abrine* du *Jequirity*, la *crotine* du *Croton tiglium.* Depuis quelques années, l'étude des toxines a envahi le domaine de la Physiologie proprement dite ou plus exactement de la Physiologie comparée.

On a reconnu, en effet, que les *venins* de serpent, de poisson, de scorpion, de scolopendre, d'araignée, d'abeille, etc., ainsi que le sang d'anguille, doivent leur activité à la présence de *toxines* très analogues à celles que sécrètent les microbes.

Comme ces dernières, les toxines des venins animaux sont des produits spécifiques de l'activité des cellules vivantes, très toxiques, incristallisables, colloïdes, à constitution chimique encore inconnue, mais probablement compliquée, très sensibles à l'action de la chaleur et de la lumière, capables de provoquer chez l'animal auquel on les injecte à dose non mortelle la formation d'antitoxines. Les toxines ne résistent pas à l'action des ferments digestifs, ce qui explique l'innocuité de leur ingestion par la bouche :

Non gustu sed in vulnere necant.

Une autre analogie avec les toxines microbiennes, c'est la pluralité des toxines des venins animaux.

On a décrit dans les venins de serpent au moins une demi-douzaine de toxines différentes exerçant chacune une action toxique spéciale.

Ainsi, Flexner et Noguchi ont montré que les venins des différents serpents contiennent des proportions, très variables d'une espèce à l'autre, des toxines suivantes :

1° La *neurotoxine*, très abondante dans le venin

[1] *Biochem. Zeits.*, t. X, p. 283.
[2] R. Albert : *Les ferments métalliques et leur emploi en Thérapeutique.* Paris, 1907.
[3] Foà, Aggazzotti, etc. *Giorn. Acad. med. Torino*, t. XIII.
[4] *Giorn. Acad. med. Torino*, t. XIII.

du Cobra ou serpent à lunette; elle paralyse les cellules nerveuses, notamment les centres respiratoires, et amène rapidement la mort par asphyxie. Elle résiste mieux que d'autres toxines, notamment que l'hémorrhagine, à l'action destructive de la chaleur ou des acides, ce qui permet de la séparer de l'hémorrhagine. Elle n'est pas, comme l'hémolysine, précipitée par la lécithine ou la cholestérine, ce qui fournit également un moyen de l'isoler de l'hémolysine;

2° L'*hémorrhagine*, qui attaque les endothéliums vasculaires et produit des troubles circulatoires locaux. Elle est surtout abondante dans le venin des Vipéridés, où sa présence explique les accidents spéciaux (gonflements œdémateux) qui caractérisent la morsure des vipères;

3° L'*hémolysine*, qui dissout les globules rouges. Elle existe dans tous les venins de serpent, et est surtout abondante dans celui du Cobra. L'hémolysine ne préexiste pas toute formée dans le venin de Cobra : elle se forme par l'union chimique de deux constituants, dont l'un, l'*hématotoxine*, inactif par lui-même, préexiste seul dans le venin de serpent. Preston Kyes a montré que cette hématotoxine ne devient active qu'en présence de lécithine (fournie par le sérum ou les globules sanguins), avec laquelle elle forme une combinaison, une *toxolécithide*. L'*hémolysine* du venin de Cobra est depuis quelques années un objet de prédilection pour l'étude des réactions entre toxines et antitoxines et de plusieurs autres questions générales concernant la constitution et le mode d'action des toxines;

4° Une *agglutinine*, agglutinant les globules rouges;

5° Une *leucolysine*, dissolvant les globules blancs;

6° Une *bactériolysine*, attaquant certaines bactéries;

7° Des *coagulines* et des *anticoagulines*, agissant sur la coagulation du sang.

2. *Immunité naturelle.* — L'ichneumon, le hérisson et quelques autres animaux qui se nourrissent volontiers de serpents venimeux présentent, contre l'action toxique de la morsure de ces serpents, une résistance extraordinaire. Cette immunité naturelle s'explique par la présence, dans le sang de ces animaux, de substances antitoxiques.

Les serpents sont, d'ailleurs, eux-mêmes particulièrement résistants à l'action de leur propre venin. C'est une règle générale qu'il est pour ainsi dire impossible de tuer un animal venimeux en lui inoculant le venin de la même espèce : il en supporte sans danger des doses considérables.

Ceci, soit dit en passant, met à néant la fable du prétendu suicide du Crotale ou du Scorpion par l'action de leur propre venin. On affirmait qu'un Scorpion enfermé au centre d'un cercle de charbons ardents, reconnaissant l'impossibilité de se sauver par la fuite, prenait le parti héroïque de mettre fin à ses souffrances en se transperçant lui-même de son dard empoisonné. Le Crotale s'inoculerait pareillement son propre venin et se suiciderait dans des conditions analogues. Le suicide par inoculation du venin est ici une impossibilité physiologique, puisque les animaux venimeux sont réfractaires à l'action de leur propre venin.

Les expériences de Phisalix ont montré que le sang des vipères contient une antitoxine, ce qui explique leur résistance à l'action de la toxine.

3. *Immunité acquise.* — Il est possible de provoquer artificiellement, chez n'importe quel animal, la faculté de résister à l'action de n'importe quel venin animal. Il faut, pour cela, injecter à différentes reprises, chez l'animal que l'on veut immuniser, de petites doses, non mortelles, du venin ou de la toxine en question. Au bout d'un certain nombre d'injections, l'animal immunisé acquiert la faculté de résister à l'injection d'une dose plusieurs fois mortelle de la même toxine.

La toxine a provoqué chez l'animal injecté une réaction spéciale; elle a agi comme *antigène*, c'est-à-dire qu'elle a fait apparaître, dans le sang de l'animal immunisé, un *anticorps*, une *antitoxine*, substance nouvelle capable de neutraliser une dose plus ou moins forte de toxine. Non seulement l'animal injecté est vacciné contre l'action du venin employé, mais son sang ou son sérum, qui contient l'antitoxine, peut être employé comme remède contre l'action toxique du venin chez un animal non préparé. Il suffit d'injecter à ce dernier le sérum de l'animal immunisé pour le rendre capable de lutter, lui aussi, contre l'action du venin qu'on lui a injecté ou qu'on va lui injecter.

Fait curieux, un chauffage modéré (n'atteignant pas 100°), qui supprime la toxicité du venin de serpent, ne lui enlève pas la propriété vaccinante, c'est-à-dire la faculté d'agir comme *antigène*. Le venin chauffé au préalable conserve ses propriétés immunisantes et peut servir à réaliser la vaccination antivenimeuse.

4. *Combinaison de la toxine et de l'antitoxine.* — Pourquoi l'antitoxine, qui prend naissance dans l'organisme de l'animal immunisé, empêche-t-elle l'action nuisible de la toxine? Les spécialistes sont à peu près d'accord pour admettre que la *toxine* et l'*antitoxine* se combinent directement pour former un composé inoffensif.

Fraser a montré qu'il faut des quantités très différentes d'antitoxine pour neutraliser *in vivo*

une certaine dose de toxine, suivant les conditions dans lesquelles on opère, parce que la combinaison *toxine + antitoxine* met un certain temps, une demi-heure environ, à se former. Si l'on mélange à l'avance la *toxine* et l'*antitoxine*, on arrivera à neutraliser l'action de la première avec un minimum d'antitoxine. Ce minimum d'antitoxine sera tout à fait insuffisant pour combattre les effets de la toxine, si les deux substances sont injectées en même temps, mais séparément, à deux endroits différents chez un même animal vivant.

Martin et Cherry ont également démontré l'existence de la combinaison de la toxine avec l'antitoxine par leur célèbre expérience de filtration. Ils avaient constaté que le filtre de gélatine laisse passer la toxine du venin de Cobra, mais non l'antitoxine, ni la combinaison toxine + antitoxine. Or, si l'on procède à une expérience de filtration avec un mélange neutre de venin et d'antitoxine, peu de temps après l'addition des deux substances une partie de la toxine traverse encore le filtre, tandis que la même expérience peut être répétée avec un mélange vieux d'une demi-heure sans que la moindre portion de la toxine traverse le filtre. Dans le dernier cas, la combinaison a eu le temps de se réaliser intégralement.

Calmette et Massol (1907) ont montré que la toxine du venin de Cobra est soluble dans l'alcool à 50 à 80 °/₀, tandis que l'antitoxine y est insoluble et, de plus, est détruite au contact de l'alcool. Or, si l'on a mélangé depuis quelque temps le venin et l'antivenin, on constate que la combinaison *toxine + antitoxine* est insoluble dans l'alcool à 50 °/₀ et n'est pas même détruite par l'alcool à 80 °/₀. La combinaison a donc des propriétés qui la distinguent de ses deux constituants.

Morgenroth a d'ailleurs montré que la combinaison inoffensive toxine + antitoxine peut être dissociée par l'action de l'acide chlorhydrique. La démonstration a été fournie tant pour l'hémolysine que pour la neurotoxine du venin de Cobra. Si l'on fait bouillir en présence de HCl la combinaison neurotoxine + antitoxine, on la dissocie intégralement en ses deux éléments : l'antitoxine est détruite par la chaleur, tandis que la neurotoxine, devenue thermostabile, a récupéré la faculté d'empoisonner le système nerveux central.

Il paraît donc bien établi que l'immunité antitoxique réside dans la combinaison directe de la toxine avec l'antitoxine, le produit de cette combinaison étant dépourvu de propriétés toxiques. Mais s'agit-il d'une combinaison simple par addition directe et intégrale, comme lorsqu'on fait réagir ensemble de l'acide sulfurique et de la potasse (Ehrlich)? Dans ce cas, la courbe qui représente les quantités qui interviennent dans la réaction est représentée par une ligne droite. Faut-il, au contraire, assimiler, avec Arrhenius et Madsen, le phénomène à la réaction complexe qui intervient lorsqu'une base faible, telle que l'ammoniaque diluée, se trouve en présence d'un acide faible, tel que l'acide borique? Dans ce cas, la réaction n'est pas complète : il s'établit un équilibre chimique particulier qui correspond à une courbe de combinaison plus ou moins compliquée. C'est là une question encore controversée que je ne puis qu'effleurer ici.

5. *Sérum antivenimeux de Calmette.* — Une des applications les plus heureuses de la théorie de l'immunisation, c'est la préparation du sérum antivenimeux de Calmette. Le savant directeur de l'Institut Pasteur de Lille a donné la formule pratique qui permet de provoquer chez le cheval, par des injections répétées de venin de Cobra, un état d'immunité tel que l'animal résiste finalement à une injection de 2 grammes de venin sec, soit 200 fois la dose mortelle (qui est de 10 milligr.). L'animal immunisé sert à fournir le remède qui neutralise les effets de la morsure du terrible Cobra. Une fois immunisé, le cheval peut être saigné de temps en temps, afin de fournir le sérum antivenimeux que l'on conserve dans des tubes scellés. Ces tubes contiennent 10 centimètres cubes de sérum : c'est la dose qu'il faut injecter à l'homme qui vient d'être mordu par un Cobra. De grandes quantités de ce remède sont expédiées aux Indes par l'Institut Pasteur de Lille.

D'autres établissements analogues ont été créés dans plusieurs des pays où pullulent les serpents venimeux, afin de fabriquer en grande quantité le sérum antivenimeux : à Saïgon, Hanoï et Nhatrang dans l'Indo-Chine française, à Bombay et Kasauli dans l'Inde anglaise, à Philadelphie (États-Unis), à Butantan (Sao-Paulo, Brésil) et à Sidney (Australie). Le sérum antivenimeux de Calmette a déjà sauvé bien des vies humaines.

6. *Spécificité de l'action antitoxique.* — Comme l'a montré Calmette, le sérum antitoxique obtenu chez le cheval par injection de venin de Cobra est un remède sans égal vis-à-vis du venin de Cobra, mais il n'a pas ou presque pas d'action contre l'empoisonnement par le venin de la vipère. En effet, la formation d'anticorps est nettement *spécifique*. Si l'on vaccine un animal avec de la *neurotoxine*, il se forme dans son organisme de l'*antineurotoxine*, qui n'exerce son action antitoxique que sur la neurotoxine. De même, l'*hémolysine* provoquera la formation d'un *anticorps* absolument spécifique, une *antihémolysine*.

Mais il est possible d'immuniser en même temps le même animal pour plusieurs toxines ou plusieurs

venins et de provoquer dans son sérum l'apparition de plusieurs antitoxines spécifiques. Si l'on fait alterner chez un cheval ou un lapin les injections de venin de cobra avec celle du venin de vipère, on obtiendra l'immunité pour les deux venins (Krause). Le sérum de l'animal immunisé sera polyvalent. Vital Brazil prépare depuis quelque temps à Butantan un sérum bivalent dont l'action curative s'exerce vis-à-vis des deux grandes catégories de serpents venimeux du Brésil.

7. *Défense de l'organisme par formation d'anticorps.* — La formation d'*antitoxine* à la suite d'injection de *toxine* n'est qu'un cas particulier de la règle générale en vertu de laquelle l'introduction répétée dans l'organisme de certains poisons ou éléments étrangers agit comme *antigène*, c'est-à-dire provoque une réaction spécifique de défense, consistant à faire apparaître dans le sang une substance nouvelle, un *anticorps*, capable de se combiner chimiquement avec l'élément étranger, l'antigène, et souvent d'annihiler son action nuisible. Ehrlich a imaginé, comme on le sait, sa fameuse théorie des chaînes latérales pour expliquer l'action des antigènes, la formation des anticorps, etc., théorie qu'il serait trop long d'exposer ici.

J'ai eu à différentes reprises, dans mes revues antérieures, l'occasion de signaler des faits rentrant dans cet ordre d'idées. Je citerai l'immunité conférée par une première injection de peptone vis-à-vis d'une seconde injection de la même substance[1]; l'immunisation du lapin et du cobaye vis-à-vis de l'action toxique du sérum d'anguille[2].

Dans ma revue du 15 septembre 1901 (p. 800), je notais l'apparition de propriétés spécifiques *précipitante*, *agglutinante* et *hémolytique* dans le sang d'une espèce A, ne s'exerçant que vis-à-vis du sang d'une autre espèce B, dont le sang a servi à vacciner A. Le sang de A devient un réactif qui permet de reconnaître et de caractériser le sang de B et de le distinguer de tous les autres. Ainsi chaque substance albuminoïde injectée au lapin développe dans le sérum de cet animal la propriété de précipiter cette substance à l'exclusion de toutes les autres. La Médecine légale a tiré, comme on sait, de ces faits un moyen de diagnostic des taches de sang humain. Le sérum d'un lapin, auquel on a injecté au préalable du sang humain, peut ultérieurement servir de réactif vis-à-vis du sang humain, qu'il précipite à l'exclusion de tous les autres. Nous sommes ainsi dotés d'un moyen pratique de reconnaître si une tache de sang est d'origine humaine ou si c'est une vulgaire tache de sang d'animal.

[1] *Rev. gén. des Sc.*, 28 février 1899, p. 154.
[2] *Rev. gén. des Sc.* du 30 juillet 1900.

On sait combien l'organisme est admirablement armé en vue de la lutte pour l'existence : les influences nuisibles auxquelles il est *ordinairement* exposé ne manquent pas de provoquer de sa part des réactions appropriées, qui répondent le plus souvent d'une façon vraiment victorieuse aux perturbations venues de l'extérieur. Nous sommes familiarisés avec les mécanismes physiologiques qui permettent à l'être vivant de combattre les influences thermiques, mécaniques, chimiques courantes, auxquelles il peut être soumis. Mais n'est-il pas étonnant de constater que l'organisme est également armé pour résister à des causes de destruction aussi exceptionnelles et aussi peu probables que l'inoculation du venin d'un serpent habitant à deux mille lieues d'ici, ou l'injection expérimentale de sang d'un animal étranger dans ses propres vaisseaux?

Tous les cas sont, pour ainsi dire, prévus à l'avance : l'introduction accidentelle de n'importe quel albuminoïde étranger, de n'importe quelle toxine, agit comme *antigène* et provoque la formation du remède, de l'anticorps spécifique qui doit rendre l'antigène inoffensif.

Un grand nombre de venins animaux ont été, dans ces dernières années, étudiés à ce point de vue. On a constaté la formation d'anticorps spécifiques à la suite de l'injection des venins de scorpion, d'araignée, d'abeille; et ce n'est pas seulement dans le cas de morsures de serpents que l'on a cherché à appliquer les principes de la sérothérapie antivenimeuse. Je citerai le cas d'une araignée de Tartarie, la Caracurte (*Lathrodectes lugubris*), dont la morsure est dangereuse pour le bétail, notamment pour le chameau. Le Dr Konstanssow a réussi récemment à immuniser deux chameaux par des injections répétées de petites doses de venin de Caracurte et à en obtenir un sérum antivenimeux très actif. 0,01 cc. de ce sérum suffit pour immuniser une souris vis-à-vis d'une dose cinq fois mortelle de venin de Caracurte.

On a fait des observations analogues sur le venin d'abeille. L'abeille qui vous pique inocule une dose, heureusement fort petite, d'un venin analogue à celui des serpents : il en résulte une douleur plus ou moins vive et une inflammation de l'endroit piqué. Mais ces phénomènes ne se montrent plus chez les personnes qui sont fréquemment piquées par les abeilles, par exemple chez les apiculteurs. Chez eux, le dard de l'abeille ne produit pas plus d'effet qu'une simple piqûre d'épingle. Il est facile d'en comprendre la raison. Le venin d'abeille doit son activité à des toxines. Ces toxines provoquent, chez la personne piquée, la formation d'antitoxines, d'où une véritable immunisation vis-à-vis de nouvelles piqûres.

8. *Anaphylaxie.* — Ch. Richet a découvert que certains poisons, certaines substances étrangères introduites dans l'organisme, agissent comme antigènes d'une façon tout à fait spéciale. Ils provoquent bien une réaction, qui donne lieu à la formation d'un corps nouveau capable de se combiner avec l'antigène. Mais ce corps nouveau, loin d'être une *antitoxine* qui neutraliserait l'effet nuisible de l'antigène, est, au contraire, une *toxogénine*, c'est-à-dire une substance qui se combine à l'antigène pour former un composé nouveau beaucoup plus toxique. Il en résulte qu'une première injection de poison crée, chez l'animal injecté, une sensibilité exagérée vis-à-vis d'une nouvelle dose de ce même poison. Richet a donné le nom d'*anaphylaxie* (ἄνα contre, φυλάσσις protection, contraire de prophylaxie) à ce phénomène, qui est pour ainsi dire l'opposé de l'*immunité*. Il l'a étudié en premier lieu pour la congestine, poison qu'il avait retiré des tentacules des actinies, des crevettes, des moules, etc. Un chien qui a reçu une première dose de congestine présente ensuite, vis-à-vis de ce poison, une susceptibilité exagérée. Il pourra mourir à la suite de l'injection d'une dose trois à sept fois plus petite que la dose mortelle ordinaire et vomira sous l'influence d'une dose vingt-cinq fois plus faible que la dose vomitive ordinaire. Les symptômes ne sont, d'ailleurs, pas les mêmes que ceux de l'empoisonnement par la congestine d'un animal neuf. Il s'est formé, sous l'influence de la première injection de congestine, une substance nouvelle, inactive par elle-même, la *toxogénine*, que l'on peut transfuser de l'animal anaphylactisé à un autre (anaphylaxie passive), sans produire le moindre accident. Mais, si l'on introduit en présence de la toxogénine une petite quantité de congestine, il se produit une combinaison nouvelle, l'*apotoxine*, beaucoup plus toxique que la congestine et empoisonnant d'une façon différente. L'anaphylaxie se développe graduellement: elle met plusieurs semaines pour atteindre son maximum, s'y maintient pendant quelque temps, puis décroît et disparaît au bout de plusieurs mois.

La toxicité immédiate de la congestine est supprimée complètement par un chauffage à 105°, tandis que l'action anaphylactique persiste. On peut donc anaphylactiser sans crainte d'empoisonnement par de la congestine soumise à un chauffage préalable. C'est une analogie nouvelle avec les toxines, dont le chauffage fait également disparaître la toxicité, mais non les propriétés immunisantes.

L'anaphylaxie a été étudiée également pour les injections de sérum d'anguille. On sait que ces injections sont très toxiques et qu'elles donnent lieu au phénomène d'immunité. Ici l'immunité et l'anaphylaxie se déroulent côte à côte dans l'organisme de l'animal qui a subi l'injection, mais ces deux phénomènes se développent avec une rapidité très inégale. Leurs maxima ne coïncident nullement; c'est ce qui permet de constater l'existence successive, chez un même animal, de ces deux états pour ainsi dire contradictoires.

L'injection de certaines substances inoffensives peut également créer un état anaphylactique extrêmement curieux. Je citerai comme exemple les expériences toutes récentes d'Arthus sur l'anaphylaxie.

La notion de l'anaphylaxie a pris une importance particulière depuis qu'on a reconnu qu'elle est applicable aux injections de matières albuminoïdes ordinaires contenues dans nos humeurs.

Le sérum de cheval injecté sous la peau, dans la cavité péritonéale ou dans les veines du lapin, est absolument inoffensif, mais il crée chez l'animal un état anaphylactique particulier : une seconde injection d'une minime quantité du même sérum de cheval (1/2 c.c.) provoque des accidents locaux et généraux extrêmement graves. On observe une chute notable de pression sanguine artérielle et une polypnée intense, pouvant amener la mort immédiate ou plus souvent lointaine. Dans le dernier cas, les animaux succombent aux suites d'une cachexie anémisante progressive. L'anaphylaxie demande un certain temps pour se développer : il y a une période d'incubation de six à neuf jours au moins. Ce sont les matières albuminoïdes du sérum qui sont ici les agents actifs de l'anaphylaxie.

Arthus[1] a observé des phénomènes d'anaphylaxie analogues à la suite d'injections d'ovalbumine, de gélatine, de peptone de Witte, etc.

Arthus a établi que les accidents généraux de l'anaphylaxie ne sont pas la conséquence de la production d'un précipité résultant du conflit du sérum de cheval et du sérum précipitant de l'animal injecté.

Dans un deuxième article, nous analyserons les travaux spéciaux se rapportant à la circulation, à la respiration et aux systèmes nerveux et musculaire.

Léon Fredericq,
Professeur de Physiologie
à l'Université de Liège.

[1] *Arch. intern. Physiol.*, t. VII.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

H. B. [Berthaut (Général)]. — **Les Erreurs de la Carte de France. — Topographie d'Exploration.** — 2 *fascicules in-8° des Cahiers du Service géographique de l'Armée. Paris*, 1909.

Nous sommes en retard pour rendre compte de deux récents « Cahiers » du Service Géographique de l'Armée. Mais ces brochures, malgré leur titre modeste, ne sont pas de ces publications éphémères que peu d'années suffisent à démoder. On en a le sentiment plus net encore quand on les relit après quelque temps écoulé; on sent alors, mieux qu'à la première lecture, qu'elles sont le fruit de longues méditations, mûrement formulées en principes, et que, de ces cahiers qui traitent de questions distinctes et en apparence séparées, se dégage un corps de doctrine, sous la plume sincère et studieuse du général Berthaut, reconnaissable sous les initiales H. B.

Cette impression est surtout frappante pour le cahier n° 25, qui traite, sous un titre d'une franchise toute militaire, *des Erreurs de la Carte de France*. Il s'agit, bien entendu, de la propre Carte au 1/80.000, dite de l'Etat-Major; et le cahier presque tout entier est consacré à l'examen d'un ouvrage critique fort particulier, dû à M. P. Arnaud, ancien notaire à Barcelonnette, lauréat de la Société de Géographie de Paris, récemment décédé.

Cet examen n'est point un plaidoyer, mais un véritable examen, et c'est de là qu'il tire son intérêt. L'auteur du 25e cahier, respectueux de l'œuvre d'un homme parfaitement respectable, d'un érudit sur le chapitre de la toponymie locale, d'un fervent admirateur de sa vallée, désolé des erreurs qui en ont déparé la carte ou laissé ignorer les détails, lui répond par un historique de la Carte au 1/80.000 dont un fragment avait suscité les critiques, un peu âpres, du studieux et vénérable M. Arnaud, et de M. Maurice Paillon qui, avec l'ardeur de la jeunesse, s'était chargé de la préface.

Les reproches spéciaux de M. Arnaud, ou ceux, plus généraux, de M. Paillon, n'étaient point de ces « éreintements » qu'adressent à toute œuvre scientifique et spécialement cartographique ceux qui ne peuvent pas la comprendre. Ils avaient tous les deux étudié leur sujet et présentaient une appréciation réfléchie. C'est pourquoi ils étaient dignes d'une réponse.

Cette réponse a pris la forme d'une documentation : seul moyen de répondre dignement à un travail documenté. Et l'intérêt du dialogue consiste en ceci : que la critique d'un fragment faite par un spécialiste local a fourni au rédacteur du cahier l'occasion d'indiquer en quoi la création d'une carte générale (dont il reconnaît loyalement les défectuosités) diffère de l'épluchage d'un petit coin par l'habitant le plus autorisé de ce petit coin. Or, cette étude est pleine d'intérêt.

Les reproches de M. Arnaud, ou les critiques de la préface de M. Paillon, portaient sur des points où l'un et l'autre faisaient autorité. Il s'agissait de la représentation et de la nomenclature des régions de haute montagne, spécialement de la vallée de l'Ubaye.

Mais de ce qu'une critique porte sur des points indiscutables, il ne s'ensuit pas qu'elle soit toujours méritée. Où le montagnard jugera que la carte est pauvre, l'habitant des plaines la jugera trop chargée, et le cartographe conclura, pour mettre les deux d'accord, qu'à chaque échelle, à chaque point de vue, à chaque conception générale d'une œuvre, correspond un ensemble de nécessités qui parfois s'excluent les unes les autres. C'est la méconnaissance de ces conditions contradictoires qui explique les sévérités de juges qui seraient bien empêchés de mettre sur pied une carte quelconque.

Mais, dans ces sévérités, si elles viennent d'hommes sincères, le cartographe doit rechercher la part de vérité qu'elles contiennent.

C'est ce que fait l'auteur du 25e cahier. Il suffit, tout d'abord, d'examiner les croquis accompagnant la brochure de M. Arnaud, pour s'assurer que sa nomenclature est beaucoup plus abondante que celle de la carte qu'il critique. La topographie est inexistante, il est vrai, mais néanmoins le croquis indique de nombreux traits (sources, cols secondaires, passages, etc.), absents sur le 1/80.000. En outre, la toponymie prend une physionomie étrange, qui indique la connaissance profonde du dialecte local. De là à déclarer la carte officielle insuffisante et fautive *partout* où l'on en diffère, il n'y a pas loin.

L'écrivain du Service Géographique en convient immédiatement : parmi les critiques de détail, beaucoup sont justes, et la raison en est claire. Si l'on avait dû confier le travail de la Carte, pour chaque région locale, à un habitant de cette région, elle n'aurait certainement jamais vu le jour. L'officier chargé de l'Ubaye avait dû lever avant, et a dû lever après, d'autres parties de la France. On sourit avec raison si, pour un abreuvoir (*abéourou*), la carte inscrit *l'Abbé heureux*; mais il est probable qu'un bas-alpin transporté en Picardie eût fait des bévues analogues. On ne peut pas demander à une œuvre d'ensemble les qualités d'un travail local, surtout quand cette œuvre date d'une époque où les érudits locaux qui la critiquent n'existaient pas. A un autre point de vue, il y a quelque injustice de la part d'alpinistes fervents, comme M. Arnaud ou M. Paillon, d'oublier que, quand la Carte a été créée, l'alpinisme n'était pour ainsi dire pas né. Certainement, tous les cartographes de montagne, aujourd'hui, trouvent la topographie du 1/80.000 insuffisante. Pourquoi oublieraient-ils que c'est grâce à elle qu'ils ont pu s'en apercevoir? Blâmer une œuvre cartographique d'être vieillie, c'est blâmer l'escalier du premier étage, qui a permis d'arriver au troisième.

Une fois faites les corrections suggérées par M. Arnaud pour l'Ubaye, par exemple, on aurait une carte dont le fond serait insuffisant pour la nomenclature nouvelle, parce qu'il a été fait à un autre point de vue. A M. Paillon qui, dans sa préface, porte ce jugement sommaire : « la carte est à refondre entièrement », le cartographe militaire répond avec l'expérience du technicien : « Non, on ne refond pas une carte, pas plus qu'on ne refond un matériel d'artillerie. Il faut en faire une autre, conçue dans un autre esprit, pour répondre à un autre but. C'est ce à quoi nous nous occupons. » Rien n'est plus juste; et l'on peut ajouter que M. Arnaud a collaboré dans une certaine mesure à cette nouvelle carte, en montrant que l'ancienne ne répond plus aux besoins actuels.

Combien toutefois cette Carte au 1/80.000 mérite de tenir une place honorée dans la Cartographie, l'historique contenu dans le 25e cahier, et qui en relate la naissance et la croissance, le démontre victorieusement. Il y a là toute une révélation de faits peu connus et caractéristiques : les vastes projets d'une carte complète, répondant à tous les besoins, confiée à toutes les administrations de la France, puis les objections,

les défections, les divergences, les budgets insuffisants, et finalement l'Armée s'attelant seule à cette entreprise que tous devaient mener de front. Lorsqu'on lit ailleurs (dans les œuvres si remarquables d'Henri Beraldi)[1] l'histoire oubliée des officiers géodésiens ou topographes des montagnes françaises, dont l'auteur du 25e cahier s'est interdit de faire le panégyrique, on se dit qu'entre les hommes qui laissent après eux des ingrats, le cartographe est certainement le plus favorisé. Quoi qu'il ait pu faire, les non initiés trouveront toujours qu'on peut faire mieux; et le pire, c'est que l'avenir leur donnera raison.

Les 49 pages de texte, les photographies, les nombreuses cartes contenues dans ce cahier illustrent l'idée, dont tous les Français devraient être pénétrés, de la nécessité d'une carte nouvelle, et la démontrent jusqu'à l'évidence. Mais les moyens? Il n'en est qu'un : un budget suffisant, que seule l'opinion publique peut imposer. Si les moyens d'exécution sont insuffisants, la nouvelle carte au 1/50.000, dont ce cahier donne des spécimens, sera insuffisante à son tour avant d'être achevée. On ne peut plus, au XXe siècle, courir après le progrès, pas plus qu'après un train express. Il faut se placer hardiment en avant du point de vue actuel. Mais à quoi bon, si les ressources budgétaires font défaut? Là est le nœud de la question. Ni le talent, ni la science, ni la volonté ne manquent; ce qui manque, c'est l'argent; il ne faut pas se lasser de le redire.

M. Arnaud, obligé par les limites de sa fortune à supprimer la topographie de ses cartes, n'a pas réfléchi que le même obstacle s'opposait à la création d'une carte de France conforme à ses vœux. Songeons qu'avec le développement de l'électricité, l'emploi de la « houille blanche », la restauration des montagnes, l'irrigation méthodique des plaines, surgissent chaque jour des problèmes nouveaux, dont la cartographie nationale doit préparer la solution. Elle doit même préparer la solution des problèmes non encore posés, pour rester à la hauteur des circonstances de demain. Déjà, pour certaines régions de montagnes, les alpinistes réclament et obtiendront bientôt des cartes au 1/20.000. Qui pouvait y penser il y a trente ans? C'est aux Pouvoirs publics de comprendre cette situation nouvelle. C'est le devoir des hommes de science de les y aider, bien plutôt que de déprécier les grandes œuvres du passé, qui ont nécessairement fait leur temps.

Ce point de vue nous paraît tellement important pour le développement national que nous voudrions nous arrêter là. Il faut cependant mentionner en quelques lignes le 27e cahier, consacré à la Topographie d'exploration. Là, il n'est plus question de l'étude détaillée de la vieille France, mais de l'exploration sommaire et cependant méthodique de nos possessions d'outre-mer. Cette brochure, plus abondante encore que la précédente, mériterait à elle seule un examen détaillé. Elle révèle, de la première page à la dernière, la croissante largeur d'esprit du Service Géographique, dont la méthode, en Topographie, s'imprègne de plus en plus des hauts principes du Colonel Goulier, et qui ne cesse de les compléter par les études de ses propres membres ou de savants civils, parmi lesquels il faut citer M. H. Vallot. Nous aurons sans doute l'occasion de revenir sur cette série de publications qui font bien augurer du développement prochain de notre cartographie nationale, à la condition, nous le répétons encore une fois, qu'on lui donne les moyens de transformer ses efforts, ses désirs et ses principes en réalités.

F. Schrader,
Ancien Président de la Commission Centrale de la Société de Géographie.

[1] Voir notamment Balaïtous et Pelvoux; les officiers de la Carte de France.

2° Sciences physiques

Pécheux (Hector), *Professeur à l'Ecole nationale d'Arts et Métiers d'Aix.* — **Etude de quelques couples thermo-électriques.** (*Thèse de Doctorat.*) — *Allier frères, imprimeurs. Grenoble*, 1909.

Le couple thermo-électrique est un transformateur direct d'énergie calorifique en énergie électrique; il constitue une machine thermique d'un type très particulier : à ce titre, son étude ne peut que présenter un très grand intérêt.

Presque immédiatement après sa découverte, la thermo-électricité a été appliquée à la création d'une méthode thermométrique extrêmement commode. L'industrie n'a pas tardé à apprécier tout le parti qu'elle pouvait tirer de cette méthode, et de nombreuses usines possèdent aujourd'hui des installations de pyrométrie thermo-électrique.

M. Pécheux vient de présenter comme thèse de Doctorat une intéressante étude sur les propriétés de quelques couples thermo-électriques formés par du cuivre pur électrolytique associé successivement avec des nickels, cupro-nickels, maillechorts de diverses provenances.

Le but spécial de l'auteur était :

1° De déterminer l'influence de la composition chimique ou de l'état physique d'un nickel, cupro-nickel, sur sa thermo-électricité;

2° D'étudier l'application possible des couples formés avec ces divers éléments à la mesure des températures élevées.

Chaque couple a été étudié par chauffe méthodique dans un four à gaz, conjointement avec un couple platine-platine iridié, soigneusement étalonné et jouant le rôle de thermomètre.

Les principales conclusions formulées par l'auteur sont les suivantes :

Pour les nickels, la présence de certains métaux, tels que le cuivre, relève la force électromotrice thermo-électrique et les températures critiques de transformation moléculaire, tandis que le fer les abaisse.

Avec les cupro-nickels, la force électromotrice des couples croît avec la teneur en nickel : l'effet est surtout marqué pour les teneurs comprises entre 9 °/₀ et 20 °/₀. La température critique s'élève aussi avec la teneur en nickel.

La constance des couples formés par l'association du cuivre pur avec le nickel ou avec le cupro-nickel à 40 °/₀ de nickel (constantan) justifierait l'emploi de ces couples en pyrométrie.

Les maillechorts paraissent moins recommandables à ce point de vue.

La force électromotrice du couple nickel-cuivre est au moins deux fois plus grande que celle du couple platine-platine iridié; d'où une approximation au moins double dans la mesure des températures. Cette approximation serait de l'ordre de 1° jusqu'à la température de 500 à 600°; elle resterait de l'ordre de 3° aux environs du point de fusion du cuivre.

E. Colardeau,
Professeur de Physique au Collège Rollin.

Deuxième Supplément au Dictionnaire de Chimie pure et appliquée de Wurtz, *publié sous la direction de* Ch. Friedel et C. Chabrié. — 7 *vol. gr. in-8° avec figures.* (*Prix broché* : 150 *fr.*) *Librairie Hachette*, 79, *boul. Saint-Germain. Paris*, 1897-1908.

Quand, en 1874, parut le *Dictionnaire de Wurtz*, chacun sentit qu'il apportait une révolution. L'auteur ne s'était pas seulement proposé d'y renfermer, en un répertoire facile à consulter, l'ensemble des faits chimiques acquis à la science de son temps. Il entendait y combattre pour les doctrines atomiques, qui venaient de naître et dont il était déjà l'apôtre enthousiaste, aussi fougueux qu'éloquent.

L'immense savoir, la hauteur de vues et le magnifique chauvinisme scientifique qui bientôt allaient faire de lui, dans le monde savant, un conducteur d'hommes sans égal, devaient marquer son œuvre d'un cachet impérissable. Cette œuvre voyait le jour à une époque où des sciences ardues, telles que la Cristallographie et la Théorie vibratoire de la lumière, commençaient à pénétrer le domaine chimique et, avec l'Analyse spectrale, promettaient de l'agrandir et d'y faire lever des moissons nouvelles. Wurtz comprit tout l'intérêt qu'il y avait à répandre parmi les chimistes la connaissance de ces sciences : les articles étendus et de forme didactique que leur consacra son Dictionnaire furent, pour la grande majorité des lecteurs, une révélation. D'autre part, le nombre des fabrications industrielles tributaires de la Chimie ne cessait de croître; en plusieurs, des phénomènes inexpliqués réservaient, sans doute, à la science pure des découvertes importantes, grosses d'applications à l'industrie elle-même. Enfin, ne se contentant plus de pousser leurs analyses jusqu'à l'élément anatomique, les sciences de la vie s'orientaient résolument vers le déterminisme physique. La Physiologie enrichissait la Chimie de corps très complexes et sollicitait, en retour, pour son propre progrès, l'intervention, de plus en plus fréquente, de cette science. Lasse de codifier ses recettes, la Pharmacopée aspirait à débrouiller la composition des drogues que lui fournissait la Nature, et déjà s'apprêtait à en isoler les substances actives. L'Agronomie, qu'avait illuminée Boussingault, adressait un appel de plus en plus pressant aux chimistes pour déterminer les rapports de la nature du sol et des engrais avec l'abondance et la qualité des récoltes. Ce fut, certes, l'un des grands mérites de Wurtz d'avoir discerné ces tendances et embrassé toutes ces sciences. En un temps où les plus grands problèmes qu'elles devaient poser ne faisaient que poindre, il sentit leurs liaisons et prévit la fécondité de leur rapprochement. Son Dictionnaire leur fit large place et dut, en partie, à cette circonstance le succès énorme et sans précédent qu'il obtint dans le monde entier.

Mais la large envergure de l'Ouvrage n'eût point suffi à l'imposer. Wurtz était, en science, un merveilleux leader : chef d'Ecole à l'âge où la plupart ne sont encore que disciples, il demeura jusqu'à son dernier jour l'entraîneur du bataillon de savants qui s'étaient groupés autour de lui, autour de sa chaire, dans son laboratoire et dans son salon pour recevoir ses inspirations. Ces élèves, ces amis dévoués, qu'il avait enflammés de son ardeur et dont plusieurs sont devenus des Maîtres, devaient être, non seulement au laboratoire, mais dans la préparation du Dictionnaire, ses collaborateurs assidus. Toute la pléiade de savants qu'il avait formée, tous ceux qui, grisés par son enseignement et ses découvertes, vinrent, d'année en année, grossir le nombre de ses fidèles, prirent part à sa grande entreprise. Chacun y mit le meilleur de lui-même, toute l'information qu'il avait acquise dans la poursuite de ses travaux personnels. Il n'y a peut-être pas, dans tout le Dictionnaire de Wurtz, un seul article, même réduit à quelques lignes, qui ne soit l'œuvre d'un spécialiste hautement qualifié. Cinq gros volumes en petit texte, bourrés de faits méthodiquement classés, de formules précieuses et solidement établies, de dessins d'appareils et d'exposés lumineux sur toutes les questions relevant de la Chimie ou les connaissances capables de l'éclairer, ont été le fruit glorieux de cette association. En tout pays, dans le monde scientifique élevé, dans la grande industrie chimique, dans la partie instruite du monde médical, chacun estima que l'Ouvrage lui était indispensable, et ce fut, de mémoire d'éditeur, la plus belle opération de la librairie scientifique.

Mais, la science même dont le *Dictionnaire* suscita l'avancement ne tarda pas à dépasser celle qu'il contenait. Un copieux *Supplément* fut consacré aux corps et aux instruments nouveaux, aux méthodes, aux doctrines et aux hypothèses postérieurement apparues.

Pour considérable que fût cette publication supplémentaire, il était à prévoir qu'elle deviendrait bientôt insuffisante. Dès 1897, la Maison Hachette, heureuse propriétaire du « *Wurtz* », entreprenait un *Deuxième Supplément* en sept volumes. Le dernier fascicule de ce grand ouvrage vient de paraître. En signalant à nos lecteurs cette œuvre méritoire, nous ne saurions avoir la pensée d'énumérer tous les sujets qui y sont traités, car ce serait passer en revue le progrès même de la science chimique et de tous ses rameaux depuis trente-cinq ans. Toute la chimie des sucres, des terpènes, des camphres, des albuminoïdes, pour nous borner à quelques exemples, a été transformée. Les matières colorantes se sont multipliées au delà même de toute espérance; des corps d'une délicatesse fonctionnelle extrême, tels que les chlorophylles, ont été l'objet de profondes études; l'argon et ses satellites ont surgi; l'hélium s'est laissé prendre à la surface de la Terre, et, la radio-activité une fois établie, le radium et son émanation sont venus, ainsi que leurs rapports stupéfiants avec l'hélium, bouleverser toutes les idées reçues en Chimie, ou plutôt — car ces belles découvertes ajoutent à nos connaissances sans rien détruire — agrandir nos conceptions chimiques et encourager les audaces des chercheurs dans des proportions insoupçonnées. La notion des équilibres a mûri; la théorie de la dissolution a été constituée; la thermodynamique s'est étendue de plus en plus à l'étude des réactions chimiques; la loi des phases s'y est imposée, et d'autres départements de la Chimie générale se sont développés au point de devenir dans nos Facultés l'objet de chaires spéciales. Sans nous livrer encore les secrets de leur structure, non plus que de leur fonction, l'étude physique des diastases et des colloïdes nous fait apercevoir l'une des voies à suivre pour dépister la nature et le mécanisme d'activité de ces substances mystérieuses. La teinture fait aujourd'hui appel à plusieurs de ces nouveautés pour assurer le succès régulier de ses procédés.

Il était donc indispensable d'incorporer dans le *Deuxième Supplément* la multitude des faits récoltés et des théories écloses depuis la publication du *Premier Supplément*. Si nous ne nous trompons, on peut dire que tous les sujets que des recherches récentes ont éclairés avant l'impression du nouvel ouvrage y sont traités. Et c'est ainsi que l'esprit de Wurtz vit encore dans cette suite à son œuvre. Le mérite en revient à son vieil ami et confident de chaque jour, le regretté Friedel, et, depuis la mort de ce dernier, à un savant disciple de ce maître, M. C. Chabrié, professeur à la Faculté des Sciences de Paris. A ces deux directeurs, tous ceux de nos compatriotes qui ont attaché leur nom au progrès récent de la Chimie ont donné leur concours. Quelques professeurs étrangers qui publient en français leur ont aussi fourni un précieux apport. Il est remarquable que, malgré la diversité d'origine de ces contributions, l'ensemble conserve jusque dans le détail l'harmonieuse pondération dont Wurtz avait donné l'exemple d'un bout à l'autre de son Dictionnaire. On doit en faire honneur à la vigilance des deux directeurs du *Deuxième Supplément* et à l'abnégation de leurs éminents collaborateurs.

LOUIS OLIVIER.

3° Sciences naturelles

Clerget (Pierre), *Professeur à l'Ecole supérieure de Commerce de Lyon.* — **La Suisse au XXe siècle. Etude économique et sociale.** — 1 *vol. in*-18, *de* 268 *pages, avec cartes et graphiques* (*Prix* : 3 *fr.* 50.) *Armand Colin, éditeur. Paris*, 1909.

La Suisse est un pays trop peu connu et qui pourtant mériterait de l'être davantage. Les étrangers qui y viennent si nombreux y admirent ses montagnes, mais ignorent ses institutions et les qualités du peuple au milieu duquel ils se trouvent. Quant à ceux qui, par leur profession ou leurs études, s'occupent de ques-

tions politiques, économiques et sociales, ils ont un très grand intérêt à savoir comment elles sont envisagées en Suisse et comment on les y a résolues, car ce pays, comme on l'a dit avec raison, est un véritable laboratoire d'expériences sociales.

L'on ne saurait comprendre la Suisse quand on ne fait qu'y passer. Il faut y avoir séjourné comme M. Clerget, qui a appartenu pendant huit années au corps enseignant suisse, pour pouvoir donner un tableau aussi juste de la physionomie des races et de la population de ce pays, de son organisation politique et de ses conditions économiques.

L'auteur a fort bien montré comment ce peuple de montagnards et de bergers a tiré ses caractères de la nature du pays ainsi que de la nécessité de s'unir pour la défense commune. L'élevage est resté sa principale occupation. Sur les alpages se sont maintenues de curieuses communautés agraires, et, depuis les temps les plus reculés, les « bisses » fournissent l'eau d'irrigation des prairies. La Suisse a gardé beaucoup de ses traits originaux.

Mais son unité est faite d'éléments très divers, et l'auteur parle ensuite des cantons, des religions, des langues. Il fait un exposé de la constitution fédérale, du budget et des impôts fédéraux et cantonaux; il rappelle les prérogatives politiques du peuple suisse; il donne de nombreux détails sur la monnaie, le crédit et les institutions de prévoyance.

M. Clerget consacre un intéressant chapitre à l'essor agricole et industriel, où il passe en revue les cultures variées que les diversités de climat ont rendues possibles : arbres fruitiers, cultures maraîchères, vigne; puis les industries : coton, soieries, broderies, produits chimiques et alimentaires.

Les conditions du travail sont particulièrement intéressantes à connaître, car elles ont donné lieu en Suisse à d'importantes réglementations; en outre, des projets sur les questions ouvrières y sont actuellement en discussion.

L'étude des voies de communication terrestres et fluviales amène l'auteur à parler du rachat des chemins de fer suisses et à examiner les divers grands travaux de communication trans-alpestre exécutés ou prévus; à ce sujet, il étudie la question si actuelle de nos voies d'accès vers l'Italie. Il expose l'état du développement du commerce extérieur suisse et envisage particulièrement les relations avec la France.

Enfin, il termine en exposant le rôle international de plus en plus marquant que prend la Suisse par le fait même de sa neutralité, ainsi que par le choix de ses représentants officiels comme arbitres, et par la création de Bureaux internationaux ayant pour objet la sauvegarde d'intérêts généraux divers.

G. Regelsperger.

Hochreutiner (G.), *Conservateur du Conservatoire botanique de Genève.* — **Sertum madagascariense; étude systématique de deux collections de plantes récoltées à Madagascar.** — 1 *brochure in-8° de* 100 *pages. Atar, éditeur. Genève,* 1909.

Ce Mémoire constitue une importante contribution à l'étude de la flore de l'est et du centre de Madagascar. Après quelques aperçus sur la géographie botanique de l'île, M. Hochreutiner y décrit les espèces de Cryptogames et de Phanérogames recueillies en 1903 par M. J. Guillot dans le district de Vatomandry et en 1905 par M. Rusillon sur les hauts plateaux de l'Imerina. Les quelques espèces nouvelles que l'auteur fait connaître dans la seconde de ces deux régions, et qui appartiennent à des genres ou à des sections de la flore du Cap, sont, pour lui, une nouvelle preuve des relations étroites qu'il y a, au point de vue botanique, entre le centre de Madagascar et l'Afrique australe. Peut-être cependant, à notre avis, ne faudrait-il pas vouloir trop forcer ce rapprochement, que peut rendre discutable la maigre végétation actuelle de l'Imérina. Il faudrait savoir au juste en quels endroits croissent, et avec quelle fréquence, ces espèces recueillies par des collecteurs trop sobres de détails. La végétation des hauts plateaux est vraisemblablement aujourd'hui bien différente de ce qu'elle était à l'origine, quand la contrée était boisée.

Retenons donc surtout dans le travail du botaniste genevois les diagnoses des espèces, diagnoses que, on le conçoit, nous ne pouvons songer à résumer ici. Il ne nous est possible, après les avoir signalées, que de renvoyer au travail même, non sans pourtant avoir exprimé un léger regret : c'est que M. Hochreutiner, avec les quelques rares spécimens dont, évidemment, il disposait pour chaque plante, n'ait peut-être pas toujours échappé suffisamment à la tendance qu'ont beaucoup de botanistes, qui étudient les seuls herbiers, à multiplier le nombre de ces espèces.

Evidemment, lorsqu'on a devant soi, pour un genre, deux ou trois spécimens seulement, il est facile, d'après les quelques caractères distinctifs que, souvent par simple hasard, peuvent présenter ces rameaux, de créer deux ou trois espèces; on n'éprouve aucun embarras. L'hésitation est bien plus grande lorsqu'on peut voir cinquante ou soixante de ces mêmes échantillons, et que tous diffèrent par des caractères qui, cependant, en s'entremêlant, les relient insensiblement les uns aux autres. On est dès lors acculé à la nécessité de créer cinquante ou soixante espèces ou bien de n'en admettre qu'une! C'est ce dernier parti qui est incontestablement le plus sage; or, c'est celui que, sûrement, avec des matériaux plus abondants, M. Hochreutiner aurait pris en quelques cas, et notamment pour le genre *Cryptostegia*, pour lequel il crée une nouvelle espèce *glaberrima*, parce qu'il en possède une forme très glabre, alors que les types de de Candolle sont un peu velus. Il est bien vrai que le *Cryptostegia madagascariensis* — à l'inverse du *C. grandiflora* — est très rarement *littéralement* glabre; mais nous connaissons de nombreuses formes intermédiaires entre cette forme complètement glabre — et qui n'est que le dernier terme d'une série — et la forme velue. Nous avons dit, ailleurs, qu'on peut trouver, côte à côte, sur un même terrain, des types glabres, des types glabrescents, d'autres pubescents, d'autres velus. Où sera la ligne de démarcation entre les deux espèces? Il est d'autant plus impossible de le dire que M. Hochreutiner fait erreur lorsqu'il croit que régulièrement, dans le *Cryptostegia madagascariensis* typique (velu), les fleurs sont isolées et les tiges sans lenticelles. Nous avons sous les yeux de nombreux exemples du même type où les fleurs sont groupées, et où les rameaux portent des lenticelles proéminentes. Puis, remarquons que la plante nommée *C. glaberrima* par M. Hochreutiner est vraisemblablement un pied *cultivé*, car jamais les *Cryptostegia* n'ont été signalés sur la côte Est, et l'auteur dit lui-même que les rameaux proviennent d'une concession où sont des *Hevea*.

Autre espèce « d'herbier » : le *Mascarenhasia micrantha* Bak. (pourquoi Elliott?), qui n'est qu'une forme du très polymorphe *Mascarenhasia arborescens*.

Est-il nécessaire de faire observer que ces petites critiques — que nous avons cru devoir faire parce que nous pensons qu'il y a vraiment de grands inconvénients, tant au point de vue théorique qu'au point de vue pratique, dans cet abus de la pulvérisation des espèces, d'après des caractères en somme insignifiants, — ces petites critiques, disons-nous, n'affaiblissent en rien la haute valeur du consciencieux travail de M. Hochreutiner! Et l'intérêt de cette étude est encore accru par les clefs analytiques que, incidemment, l'auteur a établies pour quelques genres restés jusqu'alors très embrouillés.

Henri Jumelle,
Professeur à la Faculté des Sciences de Marseille.

Vermorel (J.), *Membre du Conseil supérieur de l'Agriculture.* — **Les Ennemis de nos Jardins** (*Procédés de lutte contre les Parasites du Poirier et du Pommier*). — 1 *petit vol.* (*Prix* : 2 *fr.*) *Librairie du Progrès agricole* (*Villefranche-du-Rhône*).

4° Sciences médicales

Martinet, Mougeot, Desfosses, Durey, Ducrocquet, Delherm, Dominici. — **Les Agents physiques usuels.** — 1 *vol. in*-8, *de* 633 *pages avec* 170 *figures.* (*Prix* : 8 *fr.*). *Masson et Cie, éditeurs, Paris,* 1909.

Les agents physiques prennent dans la thérapeutique une importance croissante. Il est utile que tout médecin sache le parti qu'il peut tirer de ces divers agents. Dans les grands centres, il est rare qu'il ait à appliquer ces méthodes variées. Il trouve à sa portée des établissements où des confrères offrent à ses patients la garantie de leur expérience spéciale et tout l'outillage convenable, qu'il s'agisse de kinésithérapie, d'hydrothérapie, de massage manuel ou mécanique, d'électrothérapie, de radio ou de radiumthérapie. Il n'a besoin que d'en connaître les indications. Mais, dans les centres éloignés où nos confrères doivent tout savoir, tout faire et si souvent forger mille moyens de fortune, un guide au moins sommaire est nécessaire à la pratique médicale. C'est ce qu'ont compris une pléiade de thérapeutes expérimentés, réunis pour rédiger le présent ouvrage, où chacun, avec sa compétence spéciale, a traité un sujet parti culier.

M. Martinet a écrit une intéressante partie concernant la climatothérapie. Celle-ci est à la fois succincte et très complète. L'auteur a eu l'heureuse idée d'en consacrer un fragment à l'étude des environs de Paris. Il me permettra cependant de ne pas le suivre tout à fait dans le choix des résidences qu'il conseille aux tuberculeux. Je vise particulièrement certaine région boisée (p. 54), où il dit avoir « vu maint tuberculeux s'améliorer ou guérir ». Sur ces coteaux, dont le front exposé au nord est sans cesse balayé par les vents, j'ai vu, malheureusement, depuis seize ans, chez les tuberculeux, beaucoup plus de trépas que de guérisons. Il faut se garder de l'illusion climatérique que peut donner sur un pays une promenade dominicale, faite par un beau jour, choisi à souhait...

Les parties relatives à l'hydrothérapie, la crénothérapie, la thermothérapie, la crymothérapie sont dues à M. Mougeot. M. Durey a exposé la méthode de Bier, le massage et les sports; M. Desfosses, la kinésithérapie; M. Ducrocquet, la mécanothérapie. Enfin M. Delherm a écrit l'électrothérapie et la radiothérapie, et M. H. Dominici, la radiumthérapie. Bref, cet ouvrage est un excellent précis d'une branche désormais importante de la thérapeutique clinique.

Dr A. Létienne.

5° Sciences diverses

Doutté (Edmond), *Professeur à l'Ecole supérieure des Lettres d'Alger.* — **Magie et Religion dans l'Afrique du Nord (La Société musulmane du Maghrib).** — 1 *vol. gr. in*-8° *de* 618 *pages.* (*Prix* : 10 *fr.*) *A. Jourdan, éditeur. Alger,* 1909.

M. E. Doutté, le savant professeur d'Alger, vient d'ajouter une œuvre nouvelle à la liste déjà longue des travaux d'une si haute valeur scientifique qu'il a consacrés à l'Afrique septentrionale.

« *Magie et Religion dans l'Afrique du Nord* » est une étude magistrale de la civilisation musulmane, abstraction faite du mouvement libéral et même nationaliste qui se dessine en Orient et commence à gagner le Maghrib. Cette étude a pour base : d'une part, l'observation directe de la société musulmane en Algérie et notamment au Maroc, « ce document paléontologique, où nous avons la chance de retrouver intact l'Islam d'il y a dix siècles »; d'autre part, l'application aux phénomènes observés des théories élaborées depuis un demi-siècle par les ethnographes, de façon à présenter la raison sociologique et psychologique des institutions et leur évolution séculaire.

Alors que, dans nos sociétés modernes, les institutions religieuses ne sont qu'un élément de la civilisation, au même titre, par exemple, que la morale ou la science, la civilisation musulmane porte dans toutes ses manifestations l'empreinte profonde de l'Islam : les paroles et les actes des croyants sont soumis à une multitude de règles qui ont presque la valeur de prescriptions canoniques; le droit et la morale sont entièrement religieux; la science, l'art, la poésie sont également sous la dépendance de la religion; la langue écrite, qui est celle du Livre sacré, a un caractère divin et est immuable; l'organisation de la société elle-même est toute religieuse; il en est de même de l'histoire, et le patriotisme des musulmans, au lieu de se rapporter à leur pays, se rapporte à leur foi. On peut donc à bon droit parler d'une civilisation musulmane. Mais l'Islam, dans sa marche victorieuse vers l'Orient et vers l'Occident, s'est étendu sur des territoires géographiques si variés et chez une foule de peuples si disparates, il s'est heurté à tant de civilisations qu'il a dû, pour s'acclimater, subir des altérations considérables; et l'Islam des Berbères ou des nègres du Soudan n'est pas, évidemment, celui des Hindous, des Chinois ou des Malais.

Pour retracer l'histoire de la civilisation musulmane, il faudrait donc noter les modifications qu'elle a subies partout où elle a pénétré. Toutefois, avant de déterminer les différentes espèces d'Islam, il était indispensable d'étudier analytiquement non seulement la doctrine orthodoxe, mais aussi un type moyen de civilisation musulmane pris dans la réalité.

C'est cette tâche que M. Doutté a entreprise pour l'Afrique du Nord, et en particulier pour le Maroc, qui est peut-être, de tous les pays, celui où s'est conservée la civilisation islamique la plus pure; et, la société musulmane étant essentiellement religieuse, c'est sur les phénomènes religieux qu'il a porté tout d'abord son attention, en commençant par les plus antiques : les croyances magiques qui sont à la base de la religion. Ces croyances, il les a reconstituées à l'aide des rites qui leur ont survécu et qu'il a recherchés partout, mais surtout chez les tribus bédouines, où il les a retrouvés dans le folklore, dans les jeux et dans les pratiques des femmes et des enfants.

Il étudie successivement les magiciens et les devins; les rites magiques : gestes, incantations, talismans; leur fin pratique, qui est de faire arriver un événement désiré; les rapports de la magie avec la science et la religion; la divination inductive et intuitive, qui interprète les événements en vue de la connaissance de l'avenir; les forces sacrées et leur transmission; le sacrifice, moyen de se purifier et de se sanctifier par la communication avec des sources sacrées; les débris de l'antique magie, tels que le carnaval du Maghrib, les fêtes saisonnières et les rites naturistes. Il s'arrête au moment où les forces magico-sacrées vont se personnifier et être conçues comme des volontés : où de la magie va naître la religion, remettant à un travail ultérieur l'étude des personnifications sacrées et celle des représentations abstraites et de la société religieuse considérée au point de vue de son organisation.

Le nouveau livre de M. Doutté est destiné non seulement aux étudiants, mais au public instruit en général. Il sera lu avec fruit par tous ceux qui sont appelés à vivre en pays d'Islam, et par ceux notamment qui sont chargés, à quelque degré que ce soit, d'y représenter l'autorité. Si la conquête de l'Algérie a été si longue, si coûteuse en hommes et en argent, c'est surtout à cause de l'ignorance où nous étions — et où, en une certaine mesure, nous sommes encore — des populations dont nous avions entrepris la conquête. L'œuvre de M. Doutté est de celles qui contribueront à dissiper cette ignorance, et à répandre les connaissances qui nous sont indispensables pour gouverner pacifiquement les populations musulmanes dont nous avons assumé la tutelle, et que nous devons élever de façon à en faire nos collaborateurs dans la tâche civilisatrice que nous avons entreprise dans l'Afrique du Nord.

Dr F. Weisgerber.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 19 Juillet 1909.

M. le Président annonce le décès de M. S. Newcomb, associé étranger de l'Académie.

1° Sciences mathématiques. — M. **Edm. Maillet** présente ses recherches sur les systèmes d'équations différentielles. — M. **M. Hamy** expose une nouvelle méthode, à la fois expéditive et susceptible d'une grande précision, pour la détermination des déplacements de l'axe de rotation des lunettes méridiennes. — M. **H. Deslandres** a étudié, avec le spectro-enregistreur des vitesses radiales, les mouvements de la couche supérieure de l'atmosphère solaire. Il a reconnu qu'à l'emplacement de certains filaments la vapeur s'élève nettement et, à une certaine distance, redescend un peu de chaque côté. — M. **P. Puiseux** cherche à expliquer les contrastes de teintes et les dénivellations brusques qui se rencontrent sur la Lune par les mouvements orogéniques dont l'écorce lunaire a été le siège. — M. **A. Borrelly** adresse ses observations de la comète 1909 *a* (Borrelly-Daniel) faites à l'Observatoire de Marseille au chercheur de comètes. — M. **Coggia** communique ses observations de la même comète, faites au même observatoire à l'équatorial d'Eichens.

2° Sciences physiques. — M. **J. Becquerel** a observé l'existence, dans la décomposition magnétique des bandes d'absorption d'un cristal uniaxe, de dissymétries de positions et d'intensités parallèlement aux lignes de force du champ et à l'axe optique du cristal. Ce phénomène avait été prévu par la théorie de Voigt. — M. **J. Chaudier** a constaté que le dichroïsme électrique des liqueurs mixtes, comme le dichroïsme magnétique, diminue quand la biréfringence optique du constituant solide devient plus faible. La biréfringence électrique maximum des groupements étudiés est sensiblement proportionnelle à la biréfringence optique des solides constituants. — M. **H. Abraham** montre par un exemple que, dans l'analyse des phénomènes périodiques, la représentation par la série de Fourier correspond bien aux harmoniques qui peuvent être excités dans des résonateurs; mais les termes de cette série ne représentent pas nécessairement la structure *physique* du phénomène étudié. — MM. **A. Fodor** et **de Bûty** montrent qu'on peut appliquer les propriétés magnétiques des métaux à des commandes mécaniques de précision; en l'espèce, il s'agit d'une machine à recommander les lettres, qui fonctionne par l'introduction d'une pièce en nickel de 25 centimes, dirigée par un aimant, tandis que l'introduction d'une pièce fausse d'un autre métal ne provoque pas d'attraction magnétique. — M. **A. Colani** a préparé un chlorophosphate de thorium $2P^2O^5.3ThO^2.ThCl^4$ et des phosphates doubles $P^2O^5.ThO^2.CaO$ et $P^2O^5.ThO^2.SrO$ analogues aux composés correspondants d'uranium. — M. **J. B. Senderens** a étudié la catalyse des acides forméniques par les oxydes métalliques avec formation de cétones symétriques. La thorine donne les meilleurs résultats, puis les oxydes d'uranium; il y a formation d'un sel avec le catalyseur, puis destruction de celui-ci. — MM. **A. Arnaud** et **S. Posternak** ont constaté que les acides gras supérieurs de la série $C^nH^{2n-4}O^2$ fixent quantitativement et presque instantanément l'iode en milieu acétique, en donnant les dérivés diiodés correspondants. — M. **G. Bertrand** a reconnu que le persélulose donne, par hydrogénation avec l'amalgame de Na, un mélange de deux alcools stéréo-isomères, la perséite et la perséulite; c'est donc un sucre cétonique. — M. **R. Padova** décrit quelques réactions de l'anthranol : chauffé avec le phénylchloroforme au sein du toluène, il y a formation d'HCl, d'un composé chloré et d'une petite quantité de dianthrone; fondu avec les arylamines, il donne des arylanthramines et H^2O. — MM. **A. Pictet** et **A. Gams** ont réalisé la synthèse de la papavérine par déshydratation, au moyen de P^2O^5, de l'homovératroyl-oxy-homovératrylamine. — M. **C. Tanret** a retiré de l'ergot de seigle une base nouvelle, de formule $C^9H^{13}Az^3O^2S.2H^2O$, qu'il nomme *ergothionéine*. Elle est très soluble dans l'eau, dextrogyre, $[\alpha]_D = +110°$, et donne des sels monoacides.— M. **M. Delépine** a extrait de l'essence de criste marine un composé $C^{12}H^{14}O^4$, isomère de l'apiol de persil, qui est le diméthoxy-2 : 3-méthylènedioxy-4 : 5-allyl-1-benzène, Eb. 294°-295°. — MM. **L. Morel** et **E. F. Terroine** ont reconnu que l'action du suc pancréatique sur les éthers est très faible; elle est considérablement renforcée par l'addition de sels biliaires; elle diffère généralement de celle qu'opèrent les agents chimiques.

3° Sciences naturelles. — MM. **A. Calmette** et **C. Guérin** différencient les bacilles tuberculeux par introduction sans effraction dans la mamelle de chèvres venant de mettre bas. Les cultures d'origine bovine produisent toujours une mammite grave, amenant la mort de l'animal, tandis que les cultures d'origine humaine produisent une mammite bénigne. — M. **A. Marie** a constaté que le cerveau humain renferme une substance possédant un pouvoir antirabique élevé; cette substance paraît être une nucléoprotéine. — M. **J. Bergonié** preconise le travail musculaire électriquement provoqué pour la cure des maladies par ralentissement de la nutrition, en particulier pour celle de l'obésité. — M. **L. Léger** a trouvé, dans les tubes de Malpighi de l'*Olocrates abbreviatus*, un Mycétozoaire endoparasite nouveau, qu'il nomme *Peltomyces hyalinus*. — MM. **A. Muntz** et **H. Gaudechon** ont reconnu que, pendant l'insolation directe, les quantités de carbone fixées par la végétation sont, en moyenne, 5 fois plus fortes que pendant les temps sombres et pluvieux. — MM. **Al. Hébert** et **A. Kling** ont constaté que les cellules chlorophylliennes ne peuvent exercer le phénomène d'assimilation sous la seule influence des rayons du radium; cette influence les altère légèrement.— M. **Trabut** a trouvé en Algérie des espèces secondaires d'*Avena sterilis* qui ne présentent aucune différence importante avec les races d'Avoines cultivées dans la région méditerranéenne, auxquelles elle a sans doute donné naissance; ces races sont les plus résistantes à la sécheresse et à la rouille. — M. **E. Romer** estime que le Plateau suisse est encore actuellement en voie d'exhaussement; en raison de ce fait, la principale thèse de la morphologie glaciaire n'est pas soutenable.

Séance du 26 Juillet 1909.

1° Sciences mathématiques. — M. **P. Boutroux** démontre que l'inverse d'une fonction entière ne peut pas être singulière le long d'une ligne continue ou en un ensemble non dénombrable de points. — M. **A. Denjoy** présente ses recherches sur les fonctions analytiques uniformes à singularités discontinues. — M. **A. Rateau** déduit de ses expériences que, pour les aéroplanes, les surfaces épaisses ayant un profil lenticulaire et composées de deux toiles sont préférables aux surfaces minces, même en dehors de l'avantage qu'elles offrent de pouvoir dissimuler et soustraire à l'action de

l'air une grande partie des armatures. — M. Ch. Dupont signale de Laokay diverses secousses de tremblement de terre ressenties au Yunnan les 11, 12, 13 et 14 mai et le 11 juin. — M. L. Fabry fait connaître des oscillations du niveau de la mer qui se sont produites dans le port de Marseille le 15 juin entre 9 heures et midi, de quart d'heure en quart d'heure, et auraient atteint 80 centimètres d'amplitude; elles ont été en relation avec des variations barométriques très nettes.

2° Sciences physiques. — MM. A. de Gramont et C. de Watteville ont mesuré le spectre de bandes ultra-violet du phosphore, dont ils donnent le tableau des longueurs d'onde. — Mlle Gleditsch a reconnu qu'il n'existe pas un rapport constant entre le radium et l'uranium dans les minéraux radio-actifs; ce rapport varie de $2,85 \times 10^{-7}$ dans une autunite de France à $4,19 \times 10^{-7}$ dans une thorianite de Ceylan. — M. L. Wertenstein a constaté que l'activité induite qui se dépose d'un plateau supérieur sur un plateau inférieur par l'action de la pesanteur ne contient pas de radium A. Le diamètre des particules qui tombent varie, suivant les cas, de 105 à 280 μμ. — M. B. Szilard a déterminé la longueur de parcours des rayons α en utilisant la scintillation que ceux-ci produisent, à l'exclusion des rayons β et γ, sur un écran de sulfure de zinc. Les parcours ainsi mesurés sont un peu plus courts que ceux qu'on détermine par l'action ionisante sur les gaz. — M. M. Kernbaum a reconnu que les rayons ultra-violets décomposent l'eau en H^2O^2 et H^2, de la même façon que les rayons β du radium. — M. H. Herchfinkel a observé que les hydrates de Fe et d'Ur entraînent la presque totalité du radium dans les solutions où ils se précipitent, tandis que ceux de Th, Di et Al ne le font que très peu. Tous ces hydrates dégagent une assez grande proportion d'émanation à l'état sec, à l'inverse des sels de Ba. — M. L. Bloch estime que de nouvelles recherches sont nécessaires pour affirmer que l'origine de l'ionisation par voie chimique se trouve dans des conditions analogues au barbotage. — M. T. Bialobjeski a étudié la conductibilité spontanée de la paraffine à diverses températures et celle qu'elle manifeste lorsqu'elle a été soumise à l'action ionisante des rayons du radium : la seconde est en moyenne 15 fois plus forte que la première. — M. C. Tissot montre que l'arc de Poulsen est stable et donne une oscillation unique, de période parfaitement déterminée et égale à la période propre du circuit dérivé, quand le rapport de la capacité à la self-induction prend une valeur suffisamment faible. — M. E. Louise a déterminé les températures de miscibilité correspondant à des poids variables d'huiles sèches additionnées d'un volume constant d'acétone sèche; ces courbes sont caractéristiques pour chaque huile et peuvent être employées en analyse. — M. H. Le Chatelier montre que, si la loi des tensions fixes de dissociation ne semble pas se vérifier sur les corps solides, c'est qu'on n'a pas fait intervenir, parmi les forces agissant sur le système, les actions capillaires résultant de la porosité des substances. On peut faire disparaître celles-ci en opérant en présence d'une petite quantité d'un dissolvant des corps solides, pris en quantité juste suffisante pour les humecter. — M. P. Jolibois montre que le P rouge ordinaire est un état instable, quoique défini; la variété allotropique stable du P, ou phosphore pyromorphique, peut être obtenue par l'action de la chaleur seule au-dessus de 360° et en présence d'un catalyseur au-dessus de 250°; elle a une densité constante de 2,37. P rouge fond à 725°. — M. Ed. Chauvenet a préparé des hydrates de chlorure de thorium à 2, 4, 7 et 8 H^2O et des hydrates de bromure à 7, 10 et 12 H^2O. — M. Barre a préparé les sulfates doubles suivants : $K^2SO^4.SrSO^4$; $(AzH^4)^2SO^4.SrSO^4$; $PbSO^4.K^2SO^4$ et $PbSO^4.(AzH^4)^2SO^4$. — M. A. Gautier décrit les dispositifs qu'il a employés pour recueillir sur place et conserver les gaz des fumerolles, des sources ou des sols volcaniques. — M. Pariselle a préparé la monométhylène du butanetriol-1 : 2 : 4, qui, par enlèvement de CH^2OH, fournit l'oxyhydrofurfurane, Eb. 181°. — M. M. Rosenblatt et Mlle M. Rozenband ont constaté que plusieurs acides, parmi lesquels l'acide borique, sont sans action appréciable sur la fermentation alcoolique; pour les autres, la concentration qui arrête complètement l'action de la levure est, en général, très élevée. — MM. V. Henri et J. Schnitzler ont observé qu'une exposition de trente minutes aux rayons ultra-violets arrête complètement la fermentation acétique du vin en présence de l'air; l'aspect du vin est alors le même qu'après addition de quelques gouttes de H^2O^2. — M. H. Bierry a trouvé dans le suc pancréatique du chien un ferment différent de la maltase qui dédouble l'α-méthyl-*d*-glucoside; le suc gastro-intestinal d'*Helix pomatia* hydrolyse surtout le dérivé β. — M. X. Roques a constaté que l'amylase et la diastase protéolytique, chez la larve de *Limnophilus flavicornis*, atteignent leur maximum dans la période qui précède la nymphose, puis diminuent ensuite considérablement; l'invertine, au contraire, va toujours en croissant. — M. J. Larguier des Bancels a observé que les textiles usuels prennent dans l'eau distillée une charge négative; elle augmente dans une liqueur alcaline et diminue jusqu'à changer de signe dans une liqueur acide. Le mordançage ne modifie pas la charge, tandis que la teinture la modifie généralement.

3° Sciences naturelles. — M. J. Pédebidou montre que les strophantines, même aux doses ultra-thérapeutiques, sont parfaitement tolérées par la voie stomacale et par la voie intra-musculaire, tandis que l'injection intra-veineuse provoque la mort à dose infime. — M. A. Pizon a étudié le stolon génital des Diplosomes et son évolution au cours de la régression partielle et de la displanchtomie des ascidiozoïdes. — MM. L. Léger et E. Hesse ont rencontré dans les tubes de Malpighi du *Dorcus parallelipipedus* un Entophyte nouveau, qu'ils nomment *Ophryomyces dorci*. — MM. Eberhardt et M. Dubard ont constaté que le *Bleekrodea tonkinensis* végète dans des terrains riches en calcaire, où l'écoulement des eaux est rapide; il en résulte une richesse particulière des tissus en sels de chaux et la présence de dispositifs destinés à constituer des réserves aqueuses (tubercules radicaux) ou à diminuer la déperdition de vapeur d'eau (cystolithes à incrustations externes). — M. L. de Launay montre que toute une série importante de gisements aurifères se relie à des dérivations plus ou moins éloignées des magmas granitiques. — M. M. Lugeon a reconnu qu'une nappe continue, crétacique, existait au-dessus des nappes helvétiques. Bousculée par ces dernières, elle a été pincée avec une autre série de Trias et de Flysch en un vaste synclinal couché, mis à jour par le profond cirque de Derborence. — M. A. Joly a constaté que des formations néogènes continentales, synchroniques de celles de Constantine et de même facies, couvrent en partie l'étendue des Hautes plaines constantinoises; elles s'y montrent doucement plissées ou ondulées, quelquefois affectées par des accidents tectoniques violents.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 13 Juillet 1909.

M. le Président annonce le décès du Dr Bondet, associé national.

M. N. Gréhant a soumis divers animaux à la respiration d'un mélange de 79 % d'acétylène et 21 % d'oxygène; le pigeon meurt en 30 minutes, le lapin en 40 minutes; la tortue est indifférente; la grenouille est asphyxiée au bout d'une heure; mais revient à la vie lorsqu'on la ramène à l'air. Le chien est beaucoup plus sensible que le lapin à la respiration d'un mélange d'air et de 1 % d'oxyde de carbone. — M. Martel lit un travail au sujet de la production du lait pour les enfants.

Séance du 20 Juillet 1909.

MM. P. Rosenthal et A. Berthelot présentent un appareil destiné à utiliser le chlorure d'éthyle pour

l'anesthésie générale. — M. H. de Brun donne quelques renseignements sur une épidémie de peste pneumonique observée à Beyrouth en janvier 1907. Elle paraît n'avoir frappé que six personnes : un indigène, sa femme, une religieuse qui soigna cette dernière, et trois autres religieuses couchées en face de la première dans le même dortoir. L'épidémie s'arrêta là, grâce aux mesures rigoureuses d'isolement et de désinfection prises par l'auteur. L'affection se caractérise par la grande difficulté de diagnostic des premiers cas; l'examen bactériologique des crachats qui sont rejetés au bout de quelques jours permet de reconnaître le bacille pesteux en abondance. Le pronostic est excessivement sévère : tous les malades moururent, les trois dernières malgré un traitement énergique avec le sérum de Yersin. — M. le Dr R. Simon lit un travail sur les enseignements de la lutte contre la mortalité infantile à New-York. — M. le Dr Gauducheau lit une étude sur la question de l'unité vaccino-variolique.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 17 *Juillet* 1909.

M. P. F. Armand-Delille expose une méthode simplifiée de déviation du complément à la tuberculine, utilisant le pouvoir alexique du sérum à étudier et l'existence de la sensibilisatrice hémolytique normale du sérum humain pour les globules de mouton. — M. G. Dubreuil montre que les *plasmazellen* de l'épiploon du lapin sont des cellules du tissu connectif provenant d'une transformation sur place de quelques-uns des lymphocytes immigrés, y apparaissant surtout au cours des inflammations à évolution lente. — MM. A. Blanchetière et Gougerot ont déterminé la composition chimique du *Sporotrichum Beurmanni* et de ses endotoxines. — M. H. Roger estime que c'est dans le protoplasma des microbes, champignons ou bactéries, qu'on doit actuellement s'efforcer de découvrir les substances toxiques ou vaccinantes. — M. C. Fleig a constaté que les spermatozoïdes humains lavés dans l'eau de mer et les eaux minérales continuent à vivre pendant un certain temps; les sels de chaux sont nécessaires à la production de ce phénomène. — M. H. J. Rossello a obtenu, chez les animaux, une éosinophilie locale hydatique, non seulement autour d'une vésicule fille inoculée, mais même avec la simple inoculation des scolex et bien avant que ceux-ci aient produit un vrai kyste. — MM. Cl. Regaud et G. Dubreuil ont constaté que la rupture artificielle des follicules de la lapine, même pendant le rut, n'est pas suivie de la formation de corps jaunes. — M. E. Brimont décrit quelques Hématozoaires nouveaux qu'il a trouvés dans le sang de Vertébrés de la Guyane. — M. Ch. Foix décrit une technique simplifiée de la réaction de fixation, utilisant les hémolysines naturelles et les globules de lapin. — M. M. Loeper a reconnu que la quantité de chaux éliminée par l'intestin joue un rôle important dans la concrétion et la coagulation du mucus intestinal, quelle que soit la cause de l'irritation de l'intestin. — M. E. Brumpt signale l'existence d'une spirochétose des poules dans le pays Somali; elle est due à l'inoculation par les *Argas* d'un parasite identique au *Sp. gallinarum* du Brésil. — M. G. Kimpflin, en cultivant à l'obscurité des prothalles de Fougères dans un milieu contenant de l'acroléine, a observé la formation de grains d'amidon dans les chloroplastides. — MM. N. Fiessinger et P.-L. Marie ont constaté la présence de lipase dans tous les exsudats à lymphocytes, tandis qu'elle fait défaut dans les exsudats à polynucléaires. La lipase constitue un ferment de défense contre l'infection des bacilles gras. — MM. C. Mathis et M. Léger ont trouvé dans le sang du singe dormeur (*Nyeticebus tardigradus*) une nouvelle Filaire à embryons sanguicoles, qu'ils nomment *F. Sergenti*. — MM. P. Aimé et C. Champy ont pu enlever l'organe de Bidder du crapaud, même à l'époque de son maximum de développement, sans provoquer la mort de l'animal. — M. Lafforgue signale un cas où le réflexe de Babinski était d'origine exclusivement médullaire. — MM. H. Bierry et A. Rano ont constaté que l'arginase ne peut pas dédoubler les cyamines autres que l'arginine en urée et acide aminé; de même, aucune diastase n'a pu dédoubler un uréide, l'oxalylurée, en urée et acide. — M. A. Netter signale de nouveau les bons effets du chlorure de calcium comme moyen préventif des éruptions après injection sous-cutanée de sérum antidiphtérique; les résultats sont beaucoup moins satisfaisants dans les injections intra-rachidiennes de sérum antiméningococcique. — MM. C. Levaditi et V. Stanesco sont parvenus à cultiver deux Spirochètes de l'homme, le *Sp. gracilis* et le *Sp. balamitidis*, soit sur milieu de Schereschewsky, soit sur sérum de cheval coagulé à 75°. — MM. J. Lhermitte et A. Guccione ont constaté la persistance des cylindres-axes dans les tumeurs non inflammatoires du système nerveux, comme le gliome ou le sarcome. — MM. P. Emile-Weil et Boyé n'ont pu réaliser *in vivo* la prévention de l'incoagulabilité hirudinique du sang chez le lapin ; la correction, tant *in vivo* qu'*in vitro*, est difficile à obtenir. — MM. E. Brissaud et E. Bauer montrent qu'on ne peut établir, d'après les résultats des injections portes, une division lobaire complète, puisque tout territoire porte, petit ou grand, a son indépendance relative. — M. H. Vincent a isolé l'hémolysine du *Bacillus megatherium* rendu virulent par culture en sac ; elle est très énergique, dialysable et détruite par la chaleur en 2 heures à 75°. — M. H. Iscovesco a constaté que le courant continu détruit la pepsine ; cette destruction est proportionnelle au temps, à l'intensité et au voltage; en même temps, il la transporte vers le pôle négatif. — M. A. Alexeieff a déterminé les Flagellés parasites de l'intestin des Batraciens indigènes. — M. D. Keilin a reconnu que la larve du *Pollenia rudis*, mouche commune dans nos régions, vit en parasite dans la cavité générale de l'*Allolobophora chlorotica*. — MM. W. Mestrezat et H. Roger ont analysé le liquide céphalo-rachidien dans la méningite cérébro-spinale épidémique et lui ont trouvé une composition tout à fait caractéristique, pouvant servir au diagnostic. — M. Cl. Gautier a constaté que, chez un animal dont l'urine ne renferme pas d'indoxyle, l'introduction d'indol dans le gros intestin est rapidement suivie de l'élimination urinaire de chromogène indoxylique. — M. L. Bruyant a observé sur l'homme la forme larvaire du rouget décrite sous le nom de *Tr. inopinatum*; élevée, elle a donné une nymphe non encore décrite. — M. A. Therre a étudié le lait de la chèvre en pleine période de lactation physiologique et soumise à la cure thermale de Vichy. — MM. E. Maurel et Carcanague ont reconnu que la cuisson dans l'eau enlève aux céréales, aux légumineuses et à la pomme de terre la moitié de leurs matières salines et encore davantage de leurs sels de potasse. — MM. Ch. Achard et M. Aynaud ont observé que les globulins du sang deviennent très fragiles et disparaissent rapidement dans les infections par les Protozoaires. — MM. G. Weiss et M. Labbé montrent que le corps thyroïde sec n'augmente point les échanges respiratoires à jeun chez les obèses, tandis que, sous l'influence du corps thyroïde frais, ils augmentent dans des proportions notables. — MM. H. Busquet et V. Pachon ont reconnu que la choline exerce une action vaso-constrictive particulièrement intense chez l'animal aux pneumogastriques sectionnés ou atropinisés.

RÉUNION BIOLOGIQUE DE BORDEAUX

Séance du 6 *Juillet* 1909.

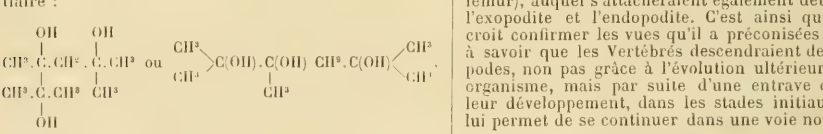
M. R. Lautier confirme la haute valeur de la réaction de Rivalta comme moyen de différencier les exsudats des transsudats. — M. A. Auché a appliqué au sérum

sanguin sa méthode de recherche simultanée de la bilirubine et de l'urobiline dans l'urine ; la présence de la bilirubine est générale, celle de l'urobiline exceptionnelle. — Le même auteur décrit un procédé de préparation de l'urobiline pure aux dépens des matières fécales ; il indique également un procédé de dosage de l'urobiline par superposition de son spectre sur celui d'une solution étendue de permanganate. — MM. **J. Gautrelet** et **L. Thomas** ont constaté qu'après la décapsulation chez le chien le cœur devient petit et rapide, tandis que la pression s'abaisse ; ces phénomènes sont dus en partie au fonctionnement insuffisant de l'appareil modérateur. — Les mêmes auteurs ont observé que, chez le chien décapsulé, l'excitation du splanchnique ne produit pas de glycosurie. — M. **R. Brandeis** montre que l'intestin est le lieu de formation prépondérante de l'indoxyle ; cette formation est sous la dépendance des matières albuminoïdes alimentaires insuffisamment utilisées. — M. **E. Aubaret** a reconnu que la contraction de l'orbiculaire et de ses faisceaux lacrymaux, loin de dilater le sac lorsqu'il est distendu, a une action plutôt constrictive, et nulle quand le sac est réduit. — M. **J. Sellier** a constaté que les faibles doses du suc digestif des Crustacés décapodes sont à la fois présurantes et protéolytiques ; les doses élevées sont seulement protéolytiques.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE FRANCE

Séance du 9 Juillet 1909.

MM. **L. Bouveault** et **R. Locquin** ont préparé une quantité importante de pinacone en réduisant l'acétone par l'amalgame de magnésium (méthode de Couturier et Meunier). Ils ont reconnu qu'il se faisait à côté de la pinacone divers composés, qu'ils ont identifiés à des produits déjà connus ou dont ils ont démontré la constitution par des synthèses totales. Cette réduction, qui ne donne pas d'alcool isopropylique, a fourni de l'oxyde de mésityle, de l'aldol de l'acétone (alcool diacétonique de Heintz $CH^3.CO.CH^2.C(OH)(CH^3)^2$, le glycol correspondant et une glycérine nouvelle tritertiaire :



pinacone mixte de l'acétone et de son aldol, qui bout à 140° sous 10 millimètres. Cette substance perd aisément une molécule d'eau au contact d'une solution d'acide oxalique fusible à 80°, en donnant un alcool tertiaire-éther oxyde cristallisé. L'acide sulfurique étendu lui enlève deux molécules d'eau et le transforme en un éther-oxyde liquide bouillant à 126°. — MM. **M. Delépine** et **Bonnet** indiquent les conditions dans lesquelles ils pratiquent l'oxydation des aldéhydes par l'oxyde d'argent. Au lieu de préparer séparément l'oxyde et de le laver soigneusement comme on le prescrit ordinairement, ils précipitent progressivement l'oxyde d'argent par addition de soude, de potasse ou de baryte, dans un mélange d'aldéhyde, d'eau et de nitrate d'argent, éventuellement alcoolisé s'il est nécessaire. Ce procédé donne d'excellents résultats. M. **L. Bouveault** indique qu'il a employé une méthode analogue pour transformer le citral en acide géranique ; le procédé n'a toutefois pas été publié. M. **L. J. Simon** pense que l'on pourrait peut-être substituer le borax à la baryte, et ajouter le premier réactif jusqu'à neutralité à la phtaléine. — M. **Georges Tanret**, analysant les sucres de l'asperge, a reconnu qu'ils contiennent, à côté de saccharose et de sucre interverti, deux hydrates de carbone nouveaux qu'il appelle asparagose et pseudo-asparagose. Ce sont des sucres voisins de l'inuline, donnant par hydrolyse un mélange où prédomine le lévulose et contenant un peu de glucose. — MM. **Gabriel Bertrand** et **V. Meyer** ont essayé les méthodes cryoscopique et ébullioscopique pour déterminer le poids moléculaire de la pseudomorphine. Les résultats auxquels ils sont arrivés confirment la formule $C^{34}H^{36}Az^2O^6$ proposée par Polstorff et admise, à la suite de ses recherches chimiques, par Vongerichten.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE BERLIN

Séance du 6 Mai 1909.

M. **F. E. Schulze** donne lecture d'un Mémoire sur *le rôle des sacs à air des oiseaux* ; il discute les différentes fonctions de ces organes, en exposant plus en détail l'importance qu'ils possèdent pour le mécanisme respiratoire. Il donne une description détaillée des « bronches rétrogrades » jusqu'ici inconnues, prenant naissance dans les trois sacs à air postérieurs et qui, pendant l'expiration, introduisent l'air directement dans le parenchyme respiratoire des poumons. — M. Branca présente un Mémoire de M. **Jaekel**, professeur à l'Université de Greifswald, sur *l'origine des extrémités paires des Vertébrés*. On connaît les deux hypothèses qui se trouvent en présence, à savoir celle de l'archiptéryge de Gegenbaur, d'une part, et la théorie des plis latéraux, d'autre part. Or, la troisième façon de voir, que préconise l'auteur, se base sur de nouvelles observations, faites sur le squelette des variétés de baleine les plus anciennes jusqu'ici connues. A chacune des nageoires antérieures et postérieures de ces variétés, M. Jaekel constate, en effet, la présence d'un long rayon principal postérieur (qu'il considère comme rayon métaptérygial) et d'un rayon secondaire antérieur (qu'il regarde comme rayon proptérygial). D'une façon analogue, un rayon postérieur ulna-fibulaire et un rayon antérieur radio-tibial s'attachent, chez les Tétrapodes, à l'humérus et au fémur respectivement. Cette homologie s'étend, en outre, aux Arthropodes, dans les extrémités desquels le basipodite correspondrait à l'axe principal (humérus, fémur), auquel s'attacheraient également deux rayons, l'exopodite et l'endopodite. C'est ainsi que l'auteur croit confirmer les vues qu'il a préconisées autrefois, à savoir que les Vertébrés descendraient des Arthropodes, non pas grâce à l'évolution ultérieure de leur organisme, mais par suite d'une entrave opposée à leur développement, dans les stades initiaux, et qui lui permet de se continuer dans une voie nouvelle.

Séance du 27 Mai 1909.

M. **Schottky** donne lecture d'un Mémoire rédigé en collaboration avec M. **Jung**, sur de nouveaux théorèmes relatifs aux fonctions du symétral et aux fonctions d'Abel de la théorie de Riemann, Mémoire où il traite d'un problème dont la solution est nécessaire à la représentation algébrique des fonctions du symétral.

Séance du 10 Juin 1909.

M. **Schwartz** communique les *modèles de morceaux de surfaces minima*, établis par M. E. R. Neovius, actuellement à Copenhague. Les 50 modèles présentés à l'Académie, avec une note explicative, se rapportent à un problème traité par Riemann en 1861 : Déterminer par voie analytique un morceau de surface minima, limité par trois lignes droites dont les directions forment, deux à deux, des angles droits, tandis que les secteurs s'étendant à l'infini se comportent comme des surfaces hélicoïdales. Ces modèles ont été confectionnés d'après le nouveau procédé suivant : Chaque morceau de surface minima ayant été moulé avec une membrane mince de gélatine liquide, adhérant à un cadre de fils approprié, on applique à cette membrane solidifiée un enduit de cire et de résine, en la plongeant dans une solution de cire et de résine au baume de Canada, préparée à chaud. Un nouvel enduit, consis-

tant en une gélatine très mince, assure aux membranes leur forme correcte pendant des mois.

Séance du 17 Juin 1909.

M. **Munk** donne lecture d'un Mémoire sur les variations d'isolation et l'ajustement du système cérébro-spinal. Il recherche les sources des modifications que subissent les parties subordonnées de ce système quand leur liaison avec les parties supérieures est défaite. C'est ainsi qu'il apporte de nouvelles lumières à l'intelligence de la mécanique générale du système cérébro-spinal.

Séance du 8 Juillet 1909.

M. **E. Fischer** rend compte d'une méthode établie en collaboration avec M. **K. Delbrück**, pour préparer *les disaccharides du type du tréhalose*. En traitant le β-acéto-bromoglucose par un peu d'eau et de carbonate d'argent, l'on produit, à côté du tétra-acétylglucose, le dérivé octoacétylique d'un disaccharide, d'où l'on prépare facilement, par saponification, le nouveau sucre $C^{12}H^{22}O^{11}$. — Le même auteur donne lecture d'un Mémoire relatif à la *synthèse*, faite en collaboration avec M. **E. Flateau**, *de l'acide propyl-isopropyl-cyanacétique*. On a souvent discuté l'hypothèse bien connue de Guye et de Crum Brown, suivant laquelle l'activité optique dépendrait de la différence des groupes attachés à l'atome de carbone asymétrique. Comme une relation entre la rotation et le poids des groupes est manifeste dans bien des cas, il était désirable d'étudier ce problème sur un exemple très simple, comme celui de l'acide propyl-isopropyl-cyanacétique, où les complications dues aux diversités du poids moléculaire sont absentes. D'autre part, cet acide se prépare plus facilement que le composé exempt de cyanogène. Comme la rotation optique de cet acide, en opposition aux prévisions théoriques, est relativement considérable, la différence de structure entre le propyle et l'isopropyle doit suffire à provoquer une asymétrie optique relativement grande de la molécule.

Séance du 15 Juillet 1909.

M. **O. Hertwig** rend compte de ses recherches relatives à *l'influence des rayons du radium sur les cellules animales embryonaires*. Il a exécuté, pendant l'hiver 1908 et l'été 1909, des expériences diversement variées sur de jeunes larves d'Axolotl, sur des œufs de grenouilles fertilisés pendant quatre stages initiaux de leur ontogénèse, ainsi que les produits sexuels des Echinodermes et de *Rana viridis*, expériences dont les résultats seront publiés prochainement. — Le même auteur adresse un travail exécuté, sous les auspices de l'Académie, par M. **Poll**, premier assistant de l'Institut d'Anatomie biologique, sur « Les reins secondaires chez les Invertébrés » : les cellules chromogènes dans le système nerveux central des vers annulaires (*Nephthys*). — M. Engler communique une Note de M. **J. Mildbraed**, botaniste de l'expédition du duc Adolphe-Frédéric de Mecklembourg (1907-1908), sur « Les conditions de végétation de la zone lacustre de l'Afrique Centrale, depuis le lac Victoria jusqu'aux volcans de Kiwou ». L'auteur y dépeint la végétation des pays bas de Kagéra, du Sud-Mororo, du plateau élevé de Ruanda, des montagnes de Bugege, des forêts de Bugoi et des volcans du bord septentrional. Parmi les formations observées sur les volcans, les forêts de Bambou et d'*Hagenia*, les Ericacées et les formations de *Senecio* sont d'un intérêt spécial. — M. Branca présente un Mémoire de M. **Tornquist**, professeur à l'Université de Kœnigsberg, sur le *Trias extra-alpin aux Baléares et en Catalogne*. Le facies triasique extra-alpin, découvert par l'auteur en Sardaigne, se retrouve d'une façon analogue aux Iles Baléares; d'autre part, il présente un développement identique en Catalogne. C'est dire que l'antagonisme jusqu'ici admis entre le prétendu facies alpin à Minorque et le facies extra-alpin dûment apprécié de la Catalogne n'existe pas. L'auteur établit cependant à Minorque deux horizons où le Trias extra-alpin rappelle le Trias alpin, à savoir: d'une part, le Conchylien supérieur avec sa pétrification extra-alpine, associée à une faune d'ammonites alpines, et d'autre part, les marnes keupériennes qui, par leur configuration pétrographique, se rapprochent des dolomites alpines principales. Il en résulte cette intéressante image paléogéographique : la mer intérieure allemande de l'époque triasique s'étendait bien avant au sud-ouest dans la région de la Méditerranée actuelle, en embrassant la Sardaigne, les Baléares et la Catalogne actuelles. A l'époque du Conchylien supérieur, le raccord de cette mer intérieure avec l'océan ouvert se serait élargi, et, à l'époque des marnes keupériennes, l'océan aurait fait irruption dans la mer intérieure.

Alfred Gradenwitz.

SOCIÉTÉ ALLEMANDE DE PHYSIQUE

Séance du 14 Mai 1909.

M. **E. Hupka** donne lecture d'un Mémoire *sur la masse inerte des électrons en mouvement*. Les expériences dont il rend compte ont été faites sur des électrons amorcés par voie photo-électrique et accélérés par des champs électro-statiques. En exposant une cathode de cuivre, à l'intérieur d'un tube de Crookes à vide avancé, à l'éclairage d'une lampe à mercure à vase de quartz, l'auteur détermine un courant d'électrons, fortement accéléré par un champ interposé entre la cathode et l'anode, qui affecte la forme d'un diaphragme. Passant à vitesse constante à travers l'anode, ce courant d'électrons va projeter la silhouette de deux fils de Wollaston, fixés à un second diaphragme, sur un écran fluorescent disposé au bout du tube. En lançant un courant magnétisant par une paire de bobines disposées verticalement à l'axe du tube derrière le second diaphragme, on voit le rayonnement électronique subir une déviation, et la silhouette se déplacer d'une certaine distance. L'auteur se sert, à ce propos, d'un procédé récemment indiqué par M. C. Müller, pour produire et mesurer avec une grande précision des tensions statiques élevées. Les valeurs des masses électroniques résumées dans ses tableaux s'accordent particulièrement bien avec la théorie dite relative. Les vitesses atteintes dans ces expériences sont les plus élevées qu'on ait jusqu'ici réalisées par l'accélération à l'aide des champs électrostatiques.

Séance du 28 Mai 1909.

M. **E. L. Lederer** rend compte d'un *phénomène caractéristique des éclateurs à électrodes de mercure*. En reliant aux bornes d'une petite bobine d'induction un tube spectral à électrodes de mercure, on voit souvent la décharge ne s'établir qu'après un choc imprimé au support du tube. Ce phénomène ne saurait être dû à des défauts de contact des fils amenant le courant. Suivant l'interprétation donnée par l'auteur, le mercure frottant sur les parois de verre engendrerait des différences de tension suffisantes pour déterminer la décharge. Une expérience spéciale, qui accentue les effets de frottement, confirme cette hypothèse. — M. **E. Wiedemann** présente une *contribution à l'histoire de la boussole chez les Arabes*. Pour élucider certains points douteux des travaux antérieurs présentés à la Société par l'auteur, d'une part, et M. E. Gerland, d'autre part, il a engagé M. Lampe à faire, à l'Institut de Physique d'Erlangen, quelques expériences sur des tiges de fer carburé d'une composition analogue au fer des auteurs arabes. En rapprochant la magnétite de la tige de fer, cet expérimentateur a observé une intensité magnétique presque identique à celle qu'on produit par la touche, ce qui doit être dû en partie à la répartition irrégulière du magnétisme de l'aimant naturel. Un rapprochement répété se montre sans influence. — M. **H. Barkhausen** fait la démonstration de quelques expériences *sur les états instables des courants électri-*

ques. Un arc voltaïque, dont il donne les courbes caractéristiques, fournit, sur une résistance de 30 ohms, à une tension de 110 volts, deux états d'équilibre stable, correspondant respectivement à l'arc éteint et à l'arc brûlant. Le troisième état d'équilibre théoriquement possible est, au contraire, instable, c'est-à-dire qu'il ne saurait se réaliser par suite des petites fluctuations toujours présentes. Or, en augmentant la résistance insérée dans le circuit, on voit l'état de l'arc devenir unilatéralement instable pour une intensité de courant donnée (1 ampère), à laquelle se produit l'extinction de l'arc sans qu'il puisse être rallumé. L'auteur discute ensuite le cas d'une petite dynamo série accouplée directement à un petit moteur. En fermant le circuit de cette dynamo sur une résistance supérieure à 15 ohms, on la voit rester inerte. Au-dessous de 15 ohms, existent trois conditions possibles de courant stationnaire, dont la moyenne, celle de l'absence de courant, est instable. Aussi la machine s'amorce-t-elle spontanément dans l'un ou l'autre sens. En fermant la dynamo sur un grand condensateur (100 microfarads) et une faible résistance ohmique, on voit, au lieu d'un état stationnaire, se produire des oscillations de courant permanentes autour du point instable qui correspond à l'absence du courant. — **M. W. Westphal** donne lecture d'un Mémoire sur une démonstration perfectionnée du choc élastique; il conseille de remplacer les boules d'ivoire dans les appareils jusqu'ici employés pour ce même but par des boules d'acier. Il compare les propriétés élastiques de différentes matières en mesurant la perte d'énergie qu'elles subissent pendant le choc. Or, cette perte varie entre 6,60 °/₀ et 6,70 °/₀ pour les boules d'ivoire, et entre 1,30 °/₀ et 0,52 °/₀ pour les boules d'acier, ce qui prouve nettement la supériorité de ces dernières. Les boules de verre se placent entre deux.

Séance du 2 Juillet 1909.

MM. J. Franck et **W. Westphal** rendent compte de leurs *recherches relatives à la charge des ions gazeux.* Dans un travail antérieur, les auteurs avaient étudié la charge des ions engendrée par les rayons X, en mesurant leur diffusion et leur mobilité. Ils avaient constaté qu'une fraction des ions positifs porte des charges doubles, tandis que les ions négatifs portent toujours des charges simples. Les ions à double charge présentent un coefficient de diffusion inférieur à celui des ions simples; une sorte de diffusion fractionnée permet de les séparer les uns des autres. Or, dans le présent travail, les auteurs étendent leurs recherches à d'autres ionisateurs, à savoir aux rayons α, β et γ et aux décharges par pointes. Pour aucun de ces ionisateurs, ils ne constatent d'ions à charge double; pour les rayons γ, ils gardent, à la vérité, une certaine réserve, par suite surtout de l'analogie qui existe entre ces rayons et les rayons X. Dans le cas de la décharge par pointes, ils observent, pour les ions positifs à diffusion très forte, des coefficients de diffusion décroissants. Comme les ions négatifs présentent la même tendance, il s'agit évidemment, non pas d'ions à charge double, mais d'ions « lents » (positifs ou négatifs), dont la production, en raison des processus chimiques qui accompagnent les décharges par pointes, serait, du reste, parfaitement plausible. — **M. U. Meyer** donne lecture d'un Mémoire sur *la dispersion magnétique rotatoire dans la région infra-rouge du spectre.* On sait que la rotation électro-magnétique du plan de polarisation de la lumière dépend, à un degré considérable, de la longueur d'onde de la lumière transmise; dans la région visible, elle est en général inversement proportionnelle au carré de la longueur d'onde. Nous possédons, entre autres formules représentant cette relation, deux formules établies par M. Drude sur la base respectivement de la théorie des courants moléculaires et de l'effet de Hall. Pour comparer et vérifier ces deux formules, l'auteur étudie la dispersion magnétique rotatoire dans la région ultra-violette (où les rotations relativement importantes sont mesurées avec plus de précision) sur les cristaux transparents, même pour les ondes très longues, de sel gemme, de sylvine et de spath-fluor. Il constate que les deux formules représentent également bien les observations faites sur ces trois substances.

ALFRED GRADENWITZ.

Le Directeur-Gérant : LOUIS OLIVIER.

PARIS — L. MARETHEUX, imprimeur, 1, rue Cassette.

20e ANNÉE N° 17 15 SEPTEMBRE 1909

Revue générale des Sciences pures et appliquées

DIRECTEUR : **LOUIS OLIVIER**, Docteur ès sciences.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. L. OLIVIER, 18, rue Chauveau-Lagarde, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et dans tous les pays étrangers y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Nécrologie

Simon Newcomb. — Le 11 juillet dernier est mort, après une longue et douloureuse maladie, l'un des hommes qui auront laissé dans la science, au XIXe siècle, la trace la plus profonde. Avec Simon Newcomb s'est éteint un des flambeaux de l'Astronomie.

A sa naissance, le 12 juin 1835, à Wallace, dans la Nouvelle-Ecosse, et pendant les vingt premières années de sa vie, il eût été bien difficile de prévoir que S. Newcomb dût s'élever, dans la science, au premier rang. Rien ne semblait devoir l'y aider. Il était issu d'ancêtres de condition modeste. Cependant son grand-père paternel, tailleur de pierre et propriétaire de carrières, était relativement instruit et avait quelque temps dirigé une école. Son grand-père maternel, « Squire » Thomas Prince, était un magistrat intègre, religieux, puritain, très respecté. Son père, le plus calme et le plus méthodique des hommes, menait sa vie suivant les règles de la logique. Ayant conclu de longues réflexions que l'âge convenable pour le mariage était vingt-cinq ans, il s'était, à l'approche de cet âge, mis en route à la recherche d'une femme qui réalisât l'idéal qu'il s'était tracé. Il était allé ainsi, de proche en proche, jusqu'à 100 milles de distance et avait trouvé dans une église la femme parfaite qui devait être la mère d'un des hommes qui honorent le plus l'humanité.

Instituteur nomade, changeant souvent de résidence, le père de Simon Newcomb fut le seul éducateur de son fils, qui, dès l'âge de quatre ans et demi, savait compter jusqu'à cent, et, quelques semaines après, faisait du calcul mental. A cinq ans, Simon commença à aller à l'école et eut une ardoise entre les mains. Il eut, tout enfant, une crise passagère de santé dans laquelle il perdit le goût de la lecture, de l'étude, des jeux, de la conversation. De bonne heure, il montra peu de goût pour les exercices du corps et le travail manuel, mais une grande force morale. Dans ses lectures, il ne passait pas un mot sans l'avoir compris. Il lisait les livres qui lui tombaient sous la main. A dix ou douze ans, il étudiait la *Constitution de l'homme*, de Combe ; à treize ans, la phrénologie; à quinze, l'*Euclide* de Simpson, les *Conversations* de Marcet sur la Philosophie naturelle, l'Economie, la Psychologie ; il apprenait intuitivement la Géographie, lisait la *Navigation* de Moore : quand il eut quatorze ans, son père fut tenté de l'embarquer.

« Malgré le plaisir intellectuel que j'ai ressenti, écrit S. Newcomb dans ses *Reminiscences of an Astronomer*, mon enfance fut toute triste. A l'occasion, ma passion pour les livres me valait un mot d'éloges de quelque visiteur; le plus souvent, elle provoquait des exclamations déplaisantes ». Il lui semblait qu'on le regardait comme un monstre. « Au lieu de sentir que mon amour des livres était à mettre en valeur, je me regardais comme formé cruellement par la Nature pour souffrir d'une constitution anormale; je me désolais de ne pouvoir ressembler aux autres enfants. » Il vivait à quatorze ans chez un fermier où le travail essentiel était de conduire les bœufs; il en était entièrement incapable.

Il était dans un monde de *froidure* et de *ténèbres*. Ses lectures lui faisaient soupçonner l'existence d'un monde de *charme* et de *lumière*, habité par des hommes qui écrivent des livres et par leur entourage; mais il ne savait comment s'y introduire. Il avait ouï dire qu'un gentilhomme, ayant rencontré un enfant qui lisait « *les Principes* », l'avait complimenté et fait instruire; mais il n'y avait pas de gentilshommes dans la Nouvelle-Ecosse. Il avait lu l'autobiographie de Franklin, mais il n'avait aucune des facilités dont celui-ci avait profité. Son père avait l'idée de faire de lui un avocat; mais comment le devenir ne sachant pas de latin, et n'ayant pas de ressources pour faire des études; il se voyait condamné à rester toute sa vie fermier cultivant ses propres terres; sa mère désirait qu'il se fît prédicateur, mais comprenait bien qu'il n'était pas apte à le devenir.

A seize ans, il habitait près de Yarmouth avec ses parents un petit district scolaire. Un oncle et une tante, étant venus le voir, lui conseillèrent de revenir avec avec eux à Moncton où était son grand-père maternel. Leur voiture n'ayant que deux places, il fit la route, une centaine de milles, à pied. Son grand-père lui ayant conseillé d'apprendre un métier, il pensa à devenir charpentier. Mais, avant de commencer son apprentissage, une occasion se présenta qui fut décisive pour sa vie

Il s'attacha à un certain docteur Foshay, qui soignait les malades par le système botanique de médecine et qui lui fit les plus belles promesses du monde. Il devait rester avec lui pendant cinq ans, l'assistant dans la préparation des remèdes, l'accompagnant et faisant tout ce qu'il y aurait lieu. Le docteur devait lui fournir le vivre et l'habillement, lui enseigner la Botanique et son application à la Médecine, « autant au moins qu'il les connaissait lui-même ».

En fait, il ne lui enseigna rien, et S. Newcomb résume ainsi sa vie chez le Dr Foshay : « *Médecin, apothicaire, chimiste et droguiste, fille à la maison, garçon à l'écurie* ».

Le 13 juin 1853, après de vaines tentatives pour obtenir que Foshay l'instruisît, il partit, lui laissant une courte lettre d'explication.

Arrivé à Saint-John un jour d'inauguration du premier chemin de fer, il trouva à Calais, une ville du Maine, un petit vaisseau dont le capitaine consentit à l'embarquer pour Salem, où il arriva après trois semaines de traversée. A Salem, il trouva son père qui, après la mort de sa mère, était venu chercher fortune dans les *Etats*. Le résultat fut qu'au commencement de 1854 S. Newcomb tenait une école à Massey's Cross Roads, dans Kent County, et un an après, une école plus avantageuse dans le petit village de Sudlersville, à quelques milles de là.

C'est de son séjour à Massey que date l'entrée de S. Newcomb dans la vie intellectuelle. Dès le début de son séjour, sentant s'ouvrir de nouveaux horizons, il écrivit à sa tante Rebecca Prince que sa fuite de chez le Dr Foshay était ce qu'il avait fait de mieux dans sa vie.

Il étudia la grammaire anglaise, un peu de français; dans des livres très médiocres ou vieillis, la Géométrie analytique et le Calcul; il lut aussi l'*Economie politique* de Say et conclut finalement que c'était vers l'étude des Mathématiques qu'il devait se tourner. Il se procura une traduction anglaise des *Principes*, de Newton, un exemplaire de l'*American Journal of Science*; la lecture des *Principes* était difficile : du moins S. Newcomb comprit çà et là le sens; dans l'*American Journal*, il ne trouva rien à apprendre.

C'est à Sudlersville qu'il se hasarda à écrire. Il ne savait d'Algèbre que ce qu'on apprenait alors dans les manuels : il ignorait même le nom d'Abel. Ayant imaginé une démonstration de la formule du binôme, il l'envoya au Professeur Henry, secrétaire de l'Institution smithsonienne Ce travail fut apprécié pour son élégance : il manquait de rigueur; le Professeur Henry le lui renvoya avec une note encourageante.

Sa première publication fut une lettre adressée en 1855 au *National Intelligencer*, réfutant un article contre les idées de Copernic. Sa lettre fut insérée : le colonel Albert lui envoya avec ses compliments un exemplaire des tables et formules de Lee; le Professeur Lawrence Smith lui envoya une brochure consacrée à l'origine des météorites regardés comme projetés par les volcans lunaires, et lui demanda son avis.

En 1856, il enseignait chez un planteur nommé Bryan, à Prince George County, à quinze ou vingt milles de Washington. Il allait à cheval visiter la capitale, attiré surtout par la Bibliothèque smithsonienne. En mai, il obtint de circuler dans les galeries et de regarder les livres. On lui prêta pour un mois le premier volume de l'édition de Bowditch de la *Mécanique céleste*, qu'il parcourut, arrêté à chaque pas par des formules et des notions mathématiques qui dépassaient son instruction.

Le Professeur Henry l'accueillit avec son urbanité ordinaire et lui conseilla de demander du travail au *Coast Survey*. Il fut reçu d'abord par le secrétaire, puis de la façon la plus charmante par Hilgard, qui, en décembre, lui écrivit qu'il pourrait se présenter à Winlock et essayer d'entrer à Cambridge, au *Nautical Almanac*. Il s'y présenta, et Winlock l'attacha au bureau en janvier 1857. S. Newcomb était vivement attiré par le travail des éphémérides; il lui semblait que leur formation exigeait la plus haute préparation intellectuelle à laquelle un homme pût atteindre :

« Déduire de la loi de Newton les masses des corps célestes, prédire leurs mouvements, calculer leurs orbites, en déterminer les variations pendant des milliers d'années; faire des cartes indiquant exactement les villes de la Terre où l'on pourra observer des éclipses dans une période de cinquante ans, dans quelles régions elles seront visibles pendant de longs siècles : voilà un problème moins abordable que tout autre à une intelligence ordinaire. Pour des dizaines de milliers d'hommes qui peuvent être heureux dans la vie ordinaire, on en compte des centaines qui peuvent gouverner des empires, des milliers qui peuvent gagner des richesses; il n'en est pas plus d'un qui puisse entreprendre ce problème de l'Astronomie. Les hommes qui ont travaillé à sa solution sont peut-être, en intelligence, l'élite la moins nombreuse de la race humaine; ils constituent une aristocratie placée au-dessus de toutes les autres dans l'échelle des êtres : l'éphéméride astronomique est la dernière application pratique de leur génie producteur. »

Ces lignes des *Reminiscences* marquent le début de la carrière astronomique de Newcomb. Il avait 21 ans et demi. Les *Reminiscences* sont datées de 1905. Elles avaient été écrites bien auparavant et, dans sa préface, Newcomb dit : Les premiers chapitres ont tellement le caractère d'une autobiographie que l'auteur a longtemps hésité à les publier durant sa vie. Le passage cité est au commencement du chapitre III, et l'on doit admettre qu'il exprime des aspirations de S. Newcomb ressenties dès sa jeunesse, comme un engagement pris vis-à-vis de lui-même. Ce qui suit dira comment cet engagement a été tenu.

Le passage de S. Newcomb à Cambridge fut marqué par d'importantes recherches. Docteur ès sciences de Lawrence Swift School en 1858, il élabore un important Mémoire sur les variations séculaires et les relations mutuelles des orbites des astéroïdes, dans lequel il conclut contre l'hypothèse d'Olbers, qui en attribuait la formation à la rupture d'un même astre; puis un autre, publié en 1865, sur la parallaxe du Soleil, d'après des observations de Mars faites en 1862 dans 6 stations de l'hémisphère nord et 3 de l'hémisphère sud. Entre temps, il va en 1860, à la Saskatchewan River, essayer d'observer une éclipse de Soleil : il trouve la contrée pratiquement sous l'eau; et le jour de l'éclipse, 18 juillet, le ciel fut complètement couvert

En 1861, Gould, qui était alors à Washington, l'engagea à demander un emploi de professeur de Mathématiques vacant à l'Observatoire naval. S. Newcomb hésita beaucoup à quitter Cambridge, foyer de science et de lumières, pour un observatoire où le travail de nuit pouvait être un grand obstacle à la régularité de ses recherches.

Il se décida à poser sa candidature le 22 août, et reçut un mois après, sans autre avertissement, une très grande enveloppe officielle contenant sa nomination. « La confiance dans la valeur, les capacités, etc... du nouveau professeur, exprimée dans la nomination, était très encourageante. » Il fut attaché à l'instrument des passages, sous la direction du Professeur Yarnall, et trouva le service beaucoup moins dur qu'il ne se l'était figuré. Yarnall et Newcomb, au même instrument, appliquaient des plans de travail différents; Hubbard, dans la même salle, au cercle mural, en avait un autre. Quand, en 1863, Newcomb remplaça Hubbard à cet instrument, il était préoccupé toujours d'introduire un plan de travail uniforme et aussi parfait que ceux de certains grands observatoires européens. Chargé en 1865 du nouveau cercle méridien de Pistor et Martins, il prépara un plan de travail pour 4 ans, concernant des observations fondamentales d'étoiles. Il avait soupçonné dans les ascensions droites de Greenwich, Paris, Washington des erreurs systématiques variant avec les saisons. Pour les mettre en évidence et en détruire

l'effet par des moyennes, il organisa le travail de façon qu'un même astronome observât de 9 heures du matin jusqu'au milieu de la nuit. L'entreprise fut terminée en 1869 : le but que Newcomb s'était proposé avait été pleinement atteint.

A ce moment, occupé par d'importantes recherches théoriques, il demanda à passer au *Nautical Almanac Office*. Le Secrétaire de la Marine refusa : mais il fut convenu que S. Newcomb resterait attaché à l'Observatoire naval sans être chargé d'aucun service. Il installa cependant, en 1873, le grand équatorial avec lequel Asaph Hall trouva les satellites de Mars. Cette situation dura jusqu'en 1877, date à laquelle Newcomb fut appelé à la Direction du *Nautical Almanac*.

Les recherches théoriques de Newcomb jusqu'à cette date avaient été des plus importantes. En 1871, il avait étudié l'orbite de Neptune et en avait publié des tables générales; en 1874, il donnait celles d'Uranus; pour préparer les recherches relatives à ces deux planètes, il avait fait de nombreuses observations de leurs satellites. La Société royale astronomique lui décernait sa médaille d'or.

En 1878, il publia ses recherches sur le mouvement de la Lune, dans lesquelles il a discuté toutes les observations d'occultations faites depuis l'invention du télescope et les 150 années d'observations de la Lune faites à Paris. La même année, il recevait de la Société des Sciences de Haarlem la médaille d'Huyghens. Il avait donné une théorie du mouvement d'Hyperion et montré que son mouvement rétrograde est dû à l'action de Titan.

Sous sa direction, l'activité du *Nautical Almanac Office* a été un des faits scientifiques les plus remarquables de la fin du XIXe siècle. Newcomb y a poursuivi l'idée première qui a dirigé son travail pendant toute sa vie. Le résultat de ces 20 années, contenu dans les VII volumes des « Astronomical papers », a été la détermination d'un système de valeurs des constantes astronomiques aussi homogène que possible. Pour y parvenir, Newcomb a observé au Cap le passage de Vénus de 1882, a repris la discussion des passages de 1761 et 1769, a déterminé par la méthode de Foucault la vitesse de la lumière, s'est occupé de la rotation de la Terre et des variations de latitude et a fondé les théories des quatre planètes intérieures Mercure, Venus, la Terre, Mars sur la discussion de plus de 60.000 observations. En même temps, Hill donnait des théories nouvelles de Jupiter et de Saturne.

En 1896 se tint à Paris, sur l'initiative de M. Downing, après le Congrès de la Carte du ciel, une réunion des directeurs des éphémérides astronomiques, dans le but d'arriver à une entente sur les valeurs à adopter pour les constantes fondamentales de l'Astronomie. Les membres de la Conférence étaient : Auwers et Bauschinger, représentant l'Allemagne, Newcomb et Backlund, représentant l'Amérique, Downing et Christie, représentant l'Angleterre, Gill, l'hémisphère Austral, Lœwy et Tisserand, la France : Bakhuyzen et Trépied avaient été invités en qualité de membres consultatifs. Auwers, empêché par sa santé, n'avait pu venir et Christie était au Japon. Les procès-verbaux de cette conférence montrent le rôle prépondérant qu'y eut S. Newcomb, dont la plupart des propositions furent adoptées.

C'est à la suite de cette réunion que S. Newcomb compléta son œuvre en publiant son *Catalogue d'étoiles fondamentales* en 1900.

Newcomb quitta la Direction du *Nautical Almanac and american Ephemeris Office* en 1897. De 1884 à 1893, il avait été professeur de Mathématiques à l'Université John Hopkins à Baltimore. Au cours de sa carrière, il publia nombre de livres didactiques, dont l'un : « *Spherical Astronomy* » était le premier d'une série de la plus haute valeur; cette série est malheureusement interrompue par sa mort.

Il avait fondé l'*American Journal of Mathematics*.

Il serait trop long d'énumérer ici les honneurs qui lui furent conférés. Membre honoraire d'un grand nombre d'Universités et de la plupart des Sociétés mathématiques et astronomiques du monde, la Société Royale de Londres lui décernait en 1900 la médaille de Copley; il était élu en 1903 associé étranger de l'Académie des Sciences et recevait en 1907 la cravate de commandeur de la Légion d'honneur.

Il a fait en France de nombreux séjours et a résidé à l'Observatoire de Paris et à l'Observatoire de Nice. Il aimait notre pays, et c'était pour les astronomes français une émotion profonde que d'y revoir en maintes occasions la belle figure, pleine d'énergie intellectuelle et de douceur morale, de celui qui fut dans l'Astronomie et la Mécanique céleste l'émule de Le Verrier.

B. Baillaud.
Membre de l'Académie des Sciences.
Directeur de l'Observatoire de Paris.

§ 2. — Physique

La première solution réelle du problème de la télévision. — Le problème de la télévision préoccupe depuis longtemps l'esprit de nombreux inventeurs, qui lui ont consacré une somme considérable d'ingéniosité et de travail. Les dispositifs téléphotographiques imaginés pendant ces dernières années sont le fruit provisoire de ces tentatives, la transmission télégraphique des photographies, dessins et écritures, et leur reproduction à la station d'arrivée, étant incomparablement plus faciles que la reproduction instantanée des objets environnants et de leurs mouvements.

Il est vrai qu'une solution du problème est théoriquement possible sur la base du principe même des dispositifs téléphotographiques. Ce qu'il faudrait, c'est que les différentes sections d'un cliché fussent reproduites, non pas successivement comme dans la téléphotographie, mais simultanément et instantanément sans aucun retard, de façon à apparaître immédiatement sans l'intermédiaire d'un procédé photographique quelconque. Or, l'on se heurtait jusqu'ici, dans les tentatives faites pour réaliser cette idée, à deux difficultés sérieuses, à savoir le coût extraordinaire d'un tel appareil et, d'autre part, l'inertie de l'organe vital de la plupart des systèmes : la pile photoélectrique au sélénium.

M. Ernest Ruhmer, de Berlin, l'inventeur bien connu dans le domaine de la télégraphie et de la téléphonie sans fil, vient de construire le premier appareil de démonstration qui fournisse vraiment une solution du problème. Nous avons eu l'occasion d'examiner ce curieux dispositif, immédiatement avant son expédition à Bruxelles, où il sera présenté aux membres du Comité de l'Exposition Universelle de l'année prochaine. Un appareil de télévision complet et définitif, du prix relativement minime de 6 millions de francs, serait, en effet, destiné à être le « clou » de cette exposition. Le dispositif de démonstration, construit au prix de 6.250 francs, ne se prête, en raison de sa construction plus élémentaire, qu'à la reproduction de dessins assez simples, composés de diverses combinaisons de carrés.

Un projecteur produit, sur un écran suspendu au mur, l'image du dessin voulu. Cet écran se compose de 25 sections, derrière chacune desquelles se trouve une pile à sélénium très sensible, dont l'inertie a été absolument éliminée par un nouveau procédé. Aussi cette pile répond-elle instantanément à toute variation d'éclairage qui la frappe.

A la station d'arrivée se trouve un écran analogue, comportant le même nombre de sections, dont chacune communique avec la section correspondante de l'écran de transmission. Les détails du procédé utilisé pour transmettre les impressions visuelles sont gardés secrets; le principe consiste, cependant, à utiliser un galvanomètre à miroir très sensible pour reconvertir toute fluctuation de courant due aux variations d'éclairage de l'écran de transmission en variations lumineuses correspondantes. A côté de l'écran de réception

se trouve la batterie d'accumulateurs qui fournit le courant aux circuits de télévision.

Aussitôt qu'un patron perforé constituant le dessin voulu a été inséré dans le projecteur et que ce dernier produit son image sur l'écran de transmission, cette image devient visible à l'autre bout du fil télégraphique, sur l'écran de réception. L'inertie des piles à sélénium a été compensée à un degré si considérable que l'image télégraphique répond presque instantanément à tout mouvement de l'objet. Tandis que, dans les appareils phototélégraphiques jusqu'ici construits, une reproduction prenait, en général, un quart d'heure à une demi-heure, mais, en tout cas, un nombre considérable de minutes, le nouveau dispositif l'effectue en une fraction de seconde, de façon que plusieurs phases d'un mouvement donné soient rendues en une seconde.

Il est difficile d'apprécier la somme de travail et de patience qu'impliquera la construction de l'appareil définitif. Chaque section, avec sa pile à sélénium et son dispositif galvanométrique, constitue, en effet, un appareil de précision en lui-même et l'appareil complet se composera de 10.000 éléments identiques. Or, l'inventeur, qui ne confie jamais ce travail à ses collaborateurs, aura à bobiner lui-même chacune de ses piles à sélénium. **Alfred Gradenwitz.**

§ 3. — Métallurgie

L'analyse des aciers à l'aide des étincelles. — Nous recevons de M. E. Demozay la lettre suivante :

« Monsieur,

« Plusieurs personnes ont eu la bonté de me signaler que la *Revue générale des Sciences pures et appliquées* du 15 août dernier (p. 655) attribue, sous la signature de M. A. Gradenwitz, à M. Max Bermann, de Budapesth, « l'analyse des aciers à l'aide des étincelles ».

« Je vous serais très obligé de vouloir bien remarquer que j'ai publié dans la *Revue de Métallurgie* d'octobre 1904, sous le titre : « Essai sur un mode de classement des aciers », une étude absolument semblable, qui paraît bien avoir la priorité sur celle de M. Bermann.

« Veuillez agréer... « **E. Demozay.** »

§ 4. — Chimie

L'extracto-œnomètre et le disque extracto-œnométrique de M. Dujardin. — L'extracto-œnomètre n'est autre qu'un densimètre très sensible, qui, plongé dans un vin, en indique la densité vraie, c'est-à-dire rapportée à l'eau à $+4°$ C. et toujours à la température de l'expérience.

Il en existe deux modèles. Le plus grand est représenté par la figure 1. C'est un appareil fort précis, qui fournit le coefficient demandé à un dix-millième près, c'est-à-dire avec quatre décimales exactes, au prix de rigoureuses précautions de propreté, par exemple [1]. Il faut éviter de toucher avec les doigts, non seulement la tige graduée, mais même la carène et l'intérieur de l'éprouvette servant à l'essai. Il convient, avant une série de mesures, d'essuyer d'abord le tout avec un papier buvard imbibé de soude caustique, puis avec un linge net et fin. On maniera donc exclusivement le flotteur par l'extrémité de la tige graduée; on l'introduira doucement dans le liquide à essayer et, l'équilibre une fois établi, on procédera successivement à une légère immersion, puis à une minime émersion pour vérifier l'invariabilité du point d'affleurement. S'il y a de petites oscillations dans les niveaux successifs constatés, on prendra une moyenne. Le vin étant un liquide toujours coloré, parfois presque opaque, les lectures se font au sommet du ménisque et non, comme en alcoométrie, dans le plan horizontal du niveau libre. Les trois premières décimales sont lues directement sur la division émergente la plus basse, et l'on compte ensuite les subdivisions de haut en bas jusqu'au cercle de raccordement. L'emploi d'une loupe s'impose.

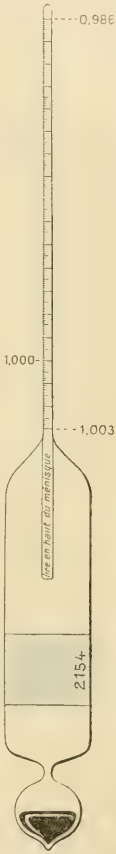


Fig. 1. — *Extracto-œnomètre de M. Dujardin.*

Suffisant dans bien des cas, le petit modèle ne fournit les dix millièmes que d'une façon approchée, car il ne porte que les subdivisions paires. Il faut observer les mêmes précautions que ci-dessus, plus strictement encore, à cause de la plus grande influence de la capillarité sur un aréomètre plus léger et à tige plate. Ces inconvénients se compensent par une fragilité moindre et par une notable économie sur le volume du vin à éprouver.

Dans tous les cas, il faut apprécier la température de ce même vin avec un thermomètre bien sensible et bien propre, immédiatement avant ou après, jamais pendant l'expérience.

La densité du vin ainsi obtenue, puis rectifiée (nous reparlerons tout à l'heure de la correction), n'est intéressante, en somme, à connaître que parce que, combinée avec le degré alcoolique légal, elle donne l'extrait sec par litre (extrait à 100°). De là le nom de l'instrument; quant à la définition de l'extrait, nous la supposerons connue.

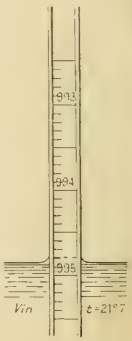


Fig. 1 *bis.* *Portion de l'échelle grossie.*

Soit donc un vin à examiner. Nous procéderons avant tout à une mesure densimétrique au moyen de l'un ou l'autre des instruments précédents, et noterons la température $t°$ du liquide. L'expérience n'aura consommé que quelques centimètres cubes sacrifiés à rincer l'éprouvette, et le reste pourra resservir pour les autres titrages et nommément celui de l'alcool. D'ailleurs, la correction de température, qui permet de ramener la densité observée à la température de 15° C., est fonction de la richesse en alcool.

Le poids spécifique, désormais connu, résulte de l'équilibre de deux influences opposées : celle de l'alcool qui allège et celle de l'extrait qui alourdit. Il suffit, dès lors, pour obtenir ce dernier élément, de recourir à des tables à double entrée : densité, force alcoolique, dont l'emploi n'offre pas grande difficulté, tout en exigeant une certaine attention, à cause de la confusion possible des décimales et de l'ennui d'interpoler.

Mais une personne étrangère à la chimie, ou que les calculs effraient, peut se tirer rapidement et facilement d'affaire avec le *disque extracto-œnométrique* (fig. 2). C'est moins un « disque » qu'une « couronne » mobile autour d'un bouton axial, disposé au centre d'une plaque métallique carrée dont le revers porte la petite table de correction des températures. La couronne est

[1] Nous avons figuré, grossie, une portion de l'échelle dans la figure 1 *bis*.

divisée en degrés et fractions de degré alcoolique et comporte, en outre, une flèche ou index peint en rouge; la plaque est munie de deux graduations circulaires et concentriques; la première, extérieure, en millièmes et dix-millièmes de densité; l'autre, interne, en grammes et cinquièmes de grammes d'extrait sec par litre.

Exemple : la densité brute d'un vin à 21°,7 C. de température est 0,9948 pour 9°,3 de poids alcoolique. Il faut, pour ramener la densité à 15° C., ajouter 13 au chiffre des dix-millièmes. Résultat 0,9961. Faisons tourner le disque de manière à amener la flèche rouge vis-à-vis de ce dernier nombre et alors, en face du trait 9°,3 sur le disque, nous lisons intérieurement moins de 19 gr. 4, plus de 19 gr. 2; 19 gr. 3 est le chiffre de l'extrait.

La détermination de l'extrait par les procédés classiques de laboratoire n'exige, il est vrai, que très peu de vin, mais requiert un matériel dispendieux, encombrant et prend un temps considérable. La méthode extracto-œnométrique rendra donc de bons services à l'œnologue occasionnel, surtout s'il est pressé, et au

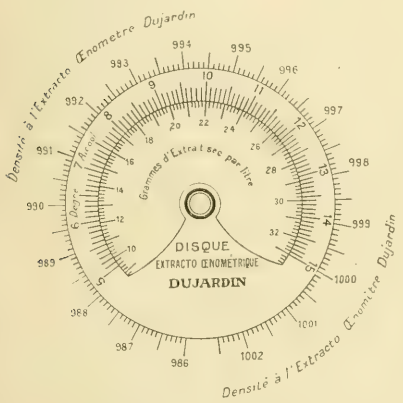


Fig. 2. — *Disque extracto-œnométrique Dujardin.*

négociant qui désire identifier ses échantillons ou combiner ses coupages.

Le principe qui sert de base à la méthode est-il rigoureusement et universellement exact? Oui, dans l'immense majorité des cas; mais, quand même le chimiste n'attacherait pas une grande importance au taux d'extrait sec ainsi obtenu et se croirait obligé de doser soit l'extrait à chaud, soit l'extrait à froid, la rapide expérience que nous venons de décrire servira utilement de vérification, et, s'il y a divergence, mettra en lumière soit une erreur d'expérience, soit enfin une faute de calcul ou une transposition de chiffre.

Antoine de Saporta.

§ 5. — Physiologie

La production du suc pancréatique sous l'influence de la sécrétine. — Au Congrès de Chimie appliquée qui vient de se tenir à Londres, le Professeur Starling a fait, en son nom et au nom du Dr Bayliss, une intéressante démonstration sur la production du suc pancréatique sous l'influence de la sécrétine.

Il a d'abord rappelé l'historique de la question. On savait depuis longtemps que la sécrétion du pancréas est provoquée par l'introduction du chyme de l'estomac dans le duodénum. Pawlow a montré qu'une sécrétion copieuse peut être produite par l'introduction d'un acide dilué dans le duodénum, ce qui prouve que l'acidité du chyme est la principale cause de son action. Wertheimer et Popielski montrèrent alors que cette prétendue sécrétion réflexe peut être évoquée après section des nerfs extrinsèques du pancréas, et même après destruction de la corde spinale. Bayliss et Starling trouvèrent que l'introduction d'acide dans le duodénum ou dans la partie supérieure de l'intestin grêle produit la sécrétion du pancréas, même après section de toutes les connexions nerveuses entre la paroi intestinale et le reste de l'animal, et que cette sécrétion est due à la production, dans la membrane muqueuse, par l'action de l'acide, d'une substance spécifique, déversée par les cellules intestinales dans le courant sanguin et charriée par celui-ci au pancréas.

Pour faire sa démonstration, le Professeur Starling a excisé 5 mètres de l'extrémité supérieure de l'intestin grêle, après en avoir lié tous les vaisseaux. Puis il a ouvert cette anse intestinale, gratté la membrane muqueuse, broyé celle-ci dans un mortier avec du sable et bouilli le mélange immédiatement avec 300 centimètres cubes d'acide chlorhydrique à 4 °/₀. Quand le liquide est en ébullition active, on le neutralise par addition de soude caustique; par ce moyen, toutes les protéines coagulables sont précipitées. Le liquide est alors filtré et l'on obtient un filtrat clair.

On prend alors un animal dans le conduit pancréatique duquel on introduit une canule; on n'observe pas de sécrétion. 5 centimètres cubes du filtrat clair de l'extrait intestinal lui sont ensuite injectés dans la veine jugulaire : cinquante secondes après l'injection, l'écoulement du suc pancréatique commence et dure dix minutes. Chaque répétition de l'injection provoque une sécrétion de 3 à 4 centimètres cubes de suc pancréatique.

Le Professeur Starling ajoute que l'action de l'extrait intestinal est absolument spécifique; les seules autres glandes sur lesquelles il ait une action directe sont le foie et les glandes de l'intestin grêle. Tandis que de nombreuses substances, comme le curare, la choline, etc., peuvent produire une sécrétion d'une goutte ou deux de suc pancréatique, seule la sécrétine provoque un flux abondant de suc normal. Par des injections répétées de solution de sécrétine, il est possible d'obtenir d'un chien de taille moyenne jusqu'à 150 centimètres cubes de suc pancréatique. Les extraits du gros intestin ou de tout autre tissu n'ont pratiquement aucun effet sur le pancréas.

L'injection de l'extrait intestinal cause généralement un abaissement simultané de la pression artérielle, par suite de la présence d'une substance hypotensive dans l'extrait; mais cette substance n'est pas la sécrétine. En extrayant par un acide les cellules épithéliales de l'intestin, on peut obtenir un fluide exempt de l'effet hypotensif. Les extraits du gros intestin produisent l'effet dépressif sans sécrétion simultanée du suc pancréatique. L'injection d'extrait ordinaire, fait avec le duodénum du chien, au lapin ou au singe provoque une sécrétion de suc pancréatique, mais sans chute de pression; il semblerait donc que la substance hypotensive n'agit pas sur ces deux derniers animaux.

§ 6. — Enseignement

Personnel universitaire. — M. N. Bernard, chargé d'un cours de Botanique à la Faculté des Sciences de Poitiers, est nommé professeur de Botanique à ladite Faculté.

M. Pavillard, maître de conférences de Botanique à la Faculté des Sciences de Montpellier, est nommé professeur adjoint à ladite Faculté.

M. E. Borel, chargé du cours de la Théorie des Fonctions à la Faculté des Sciences de Paris, est nommé professeur de la Théorie des Fonctions à la même Faculté.

DARWIN GÉOLOGUE[1]

On oublie trop souvent que Darwin a débuté comme géologue. En fait, c'est de la Géologie qu'il a passé à ses études sur l'Évolution. La Géologie, à l'époque de Darwin, était encore à l'état de chaos. Les savants se groupaient en deux grandes Écoles :

1° Les *Neptunistes*, qui prétendaient qu'à l'origine la Terre était un immense océan, et les continents, des sédiments ou précipités chimiques;

2° Les *Vulcanistes* (ou Plutonistes), qui faisaient du feu l'élément prédominant. Ces derniers se scindaient en *Catastrophistes* ou *Convulsionnistes*, qui admettaient les cataclysmes gigantesques, et en *Uniformistes*, qui considéraient les actions lentes et continues comme la cause des modifications de l'écorce terrestre.

A l'âge de seize ans, Darwin se trouva, à Édimbourg, dans le quartier général des Neptunistes, sous la direction de Robert Jameson, élève de Werner. Les cours de Jameson lui parurent « incroyablement ennuyeux », et lui firent prendre en dégoût les cours de Géologie. Quelques années plus tard (la troisième de son séjour à Cambridge), il lut l'« *Autobiographie* » de Humboldt et l'« *Introduction à l'étude de la Philosophie naturelle* » de Herschel. « Aucun autre livre n'a produit l'impression que lui laissèrent ces deux-là. » Il commença ses études de Géologie au printemps de 1831 sous la direction de J. S. Henslow. Et « il travailla comme un tigre » dans la campagne environnant Shrewsbury. Henslow le présenta à A. Sedgwick, avec qui il fit un voyage dans le nord du Pays de Galles. Darwin écrit :

« J'ai risqué quelques hypothèses, mais elles sont si puissantes que, si elles se réalisaient pendant un jour seulement, ce serait la fin du monde[2]. »

En janvier 1830 parurent les *Principes de Géologie* de Lyell, réfutation des principes convulsionnistes et manifeste de l'Ecole uniformiste. Henslow avertit Darwin de « n'accepter, *sous aucun prétexte*, les théories défendues dans cet ouvrage ». Darwin étudia l'ouvrage à bord du *Beagle*. Ses observations aux îles du Cap Vert « le convainquirent de la supériorité infinie des vues de Lyell sur celles de tout autre ouvrage de lui connu ».

C'est alors qu'il « songea à écrire quelque jour un ouvrage de Géologie sur les divers pays qu'il avait visités, idée qui le fit tressaillir de plaisir ».

Son engouement pour la Géologie subsiste jusqu'à la fin de sa croisière (cf. diverses lettres). Il recueillit des spécimens géologiques : « Je suis enchanté de la Géologie, mais — tel l'âne de Buridan — je ne sais trop ce que je préfère, du vieux groupe des roches cristallines, ou des couches plus tendres et fossilifères. Quand je me creuse la tête au sujet de la stratification, etc., j'ai envie de crier : « Au diable vos grosses huîtres, et vos Mégathérium plus gros encore! » Mais quand j'exhume quelques jolis os, je me demande comment on peut jamais se fatiguer à marteler le granit. » Il ne sortait jamais sans ce marteau avec lequel un jour, dans l'île de San Pedro, au sud du Chili, il assomma un renard distrait.

Il était complètement converti aux théories de Lyell, et prêt à les pousser plus loin encore.

Les études de Darwin se sont portées sur quatre questions :

1° Histoire des volcans;

2° Mouvements de l'écorce terrestre;

3° Géologie de l'Amérique du Sud;

4° Les agents d'érosion et leur action.

Sur l'histoire des volcans, depuis les éruptions sous-marines initiales jusqu'au développement complet du volcan sub-aérien, il a recueilli de nombreuses observations pendant sa traversée des Andes et de la Cordillère. Toutefois, il ne se rallia pas au « *Convulsionnisme* ».

En ce qui concerne les mouvements de l'écorce terrestre, le jeune géologue avait recueilli des observations sur les côtes du Brésil et de l'Uruguay, et les terrasses de Patagonie. « Il devient, dit-il, chaque jour de plus en plus évident pour le géologue que rien, pas même le vent qui souffle, n'est aussi instable que l'écorce terrestre[1]. »

Darwin fut témoin du tremblement de terre de février 1835, qui détruisit Conception. « On a parlé, écrit-il, de l'effet le plus remarquable de ce tremblement, qui exhaussa le sol. Il serait bien plus juste d'en parler comme de la cause[2]. » Cette théorie est d'ailleurs fort controversée (M. Geikie prend parti pour Darwin).

A son retour, Darwin fit une brillante communication à la Société de Géologie (7 mars 1838). Sa

[1] La *Revue générale des Sciences* a rendu compte, dans le numéro du 30 juillet dernier, des fêtes qui ont eu lieu à Cambridge pour commémorer le centenaire de la naissance de Darwin. Elle est heureuse de pouvoir reproduire les principaux passages de l'intéressante Conférence que Sir Archibald Geikie, Président de la *Royal Society*, a donnée, à la Rede Conference, sur « Darwin, géologue ». M. Gaston Laurent, professeur au Collège Chaptal, a bien voulu traduire et résumer cette conférence pour les lecteurs de la *Revue*.

[2] *Life and Letters*, t. I, p. 189.

[1] *Journal*, XV, 321.

[2] *Journal*, XIV, 310.

conclusion est que « la configuration de la surface fluide du noyau terrestre est sujette à un certain changement dont la cause est totalement inconnue, et dont l'action est lente, intermittente, mais irrésistible[1] ».

Pendant ces années aussi, Darwin ébaucha, sur les récifs de corail, la théorie qu'il exposa en 1837 devant la Société de Géologie. L. Agassiz le contredit sur certains points, et en 1863 le Professeur Semper battit en brèche cette théorie, dont M. Geikie, néanmoins, se déclare partisan.

Ses études sur la géologie de l'Amérique du Sud comprennent des recherches sur les roches cristallines, les couches tertiaires et des travaux sur les Cordillères.

Enfin, ses observations sur les agents destructeurs, considérés comme modificateurs de la surface terrestre, lui permirent de soutenir les vues de Lyell et la cause de l'« *Uniformisme* » contre le « *Catastrophisme* »; il appuie sa théorie sur des exemples tirés de l'aspect de la Cordillère.

Après son voyage à l'île de Sainte-Hélène, il fut amené à attribuer aux vagues une puissance effective, qu'il a d'ailleurs quelque peu exagérée, et d'où il conclut à la puissance érosive des rivières.

Darwin revint en Angleterre en octobre 1836.

En dépit des questions de Biologie qui l'absorbaient alors, il conserva son enthousiasme et se remit courageusement à ses vieilles études de Géologie.

De Sainte-Hélène, il écrivait à Henslow : « Je suis très désireux de faire partie de la Société de Géologie ». Il y fut admis au début de novembre 1836; en février 1837, il devint membre du Comité, et en 1838 il fut nommé secrétaire, poste qu'il occupa pendant trois ans. Lyell écrit à Sedgwick le 21 avril 1837 : « Darwin est un glorieux appoint pour notre Association de Géologues ».

Il publia ses observations de voyage et entreprit, de plus, quelques travaux originaux sur : *Les routes parallèles de Glen Roy* (1839); les *Glaciers du Comté de Caernarvon* (1842); *L'action des Icebergs* (1855); *La Formation du sol arable* (1837) : ce dernier ouvrage est fort important.

Il résulte des observations de Darwin, faites chez son oncle, J. Wedgwood, à Mier Hall, que « chaque particule de terre formant la couche d'où est issu le gazon des anciennes prairies a passé par l'intestin des vers ».

Cette communication de quatre pages passa presque inaperçue, mais l'idée devint chez lui un *dada*[2]. Il persévéra dans ses observations sur le sujet. Elles sont consignées dans *la Formation de la Terre Végétale* (1881). Cet ouvrage, dont la popularité fut immédiate, est le dernier qu'il ait publié, et mérite de rester un modèle pour les géologues.

Considérons en dernier lieu la partie géologique de l'*Origine des Espèces*. Le volume est une symphonie où les accords des diverses branches de la Biologie s'unissent en une vaste harmonie, mais où les accompagnements profonds de la Géologie manquent rarement de se faire entendre.

L'influence de la Géologie sur la Biologie avait été étudiée par Lyell dans le 2e volume de ses *Principes*. Et ces chapitres ont eu sur Darwin une influence nettement marquée. Il attribue une importance considérable à la Période Glaciaire sur la dispersion des plantes et des animaux. Mais il reste prudent et avisé dans ses hypothèses... « il n'esquive pas les difficultés, il ne cache pas les infirmités de ses théories », il ne s'exagère pas la valeur des documents et ne généralise jamais à la hâte.

« Les deux chapitres de Géologie dans l'*Origine des Espèces*, affirme M. Geikie, m'ont toujours paru la contribution la plus importante à la philosophie de la Géologie. Ils résument la théorie du développement organique progressif. Darwin insiste sur « la doctrine d'uniformité absolue » dans le « système des causes géologiques ».

Darwin eut à combattre les opinions d'antagonistes profondément hostiles, en particulier celles de Lyell. Celui-ci s'était toujours violemment élevé contre la théorie de la *mutation des espèces* : sa conversion, esquissée dès son *Antiquité de l'homme* (1865), ne devint définitive que dans la dixième et dernière édition de ses *Principes*. Il renonça avec un désintéressement scientifique remarquable aux opinions qu'il avait défendues durant toute sa vie.

Darwin a projeté une lumière nouvelle sur la *Stratigraphie*. Il a exposé, sans aucun dogmatisme, des théories qui désormais font autorité et nous paraissent aujourd'hui avoir été évidentes de toute antiquité.

Il a rénové aussi l'étude des formations fossilifères de l'écorce terrestre; sur ce point, il combat victorieusement Cuvier, les *Convulsionnistes*, et les naturalistes qui repoussaient l'idée de la transmutation des espèces.

Le résultat de ces idées fécondes sur la Géologie (contenues dans l'*Origine des Espèces*) se traduisit, quelques années plus tard, dans les deux brillantes allocutions que Ramsay prononça devant la Société de Géologie sur *la discontinuité des couches géologiques en Grande-Bretagne*.

[1] *Transactions of the Geological Society*, 2e série, V (1840), p. 631.

[2] Lettre au Prof. Carus.

Les idées de Darwin sur la Géologie ont laissé leur empreinte sur toute la littérature scientifique. Souvent même l'étudiant les trouve si intimement incorporées à cette littérature qu'il perd de vue la source d'où elles ont jailli.

« Je suis heureux, dit en terminant M. Geikie, de trouver cette occasion de reconnaître publiquement la dette considérable contractée envers l'auteur de l'*Origine des Espèces* par la science géologique, sur de nombreux sujets et dans l'esprit nouveau qui l'anime. Les géologues sont fiers de revendiquer pour Darwin une place parmi eux, et de le considérer comme l'un des grands maîtres qui ont hâté le progrès de leur science favorite.

« C'est en leur nom que j'ai l'honneur d'offrir, à l'occasion de ce centenaire, notre tribut de gratitude et d'admiration à la mémoire de Charles Darwin. »

Extrait de la Conférence de

Sir Archibald Geikie,

Président de la Société Royale de Londres.

LES PROGRES RÉCENTS DE LA TÉLÉGRAPHIE ET DE LA TÉLÉPHONIE SANS FIL

La littérature des brevets, la publicité des compagnies de télégraphie sans fil, les avis de création de stations nouvelles, les comptes rendus d'expériences, tout concorde à démontrer que, si elle ne se trouve pas encore en position satisfaisante sous le rapport économique, la méthode de transmission électrique réalise du moins des progrès incessants.

Lorsqu'on songe que dix ans à peine se sont écoulés depuis les premières expériences réellement démonstratives de Marconi, on ne peut que s'émerveiller du nombre de dispositifs excellents qui ont vu le jour dans ce bref intervalle : la télégraphie sans fil s'est formée en art véritable en quelques années, et il suffit de porter son attention sur les deux ou trois dernières années écoulées pour trouver, dans l'outillage qu'elle emploie, de multiples appareils nouveaux de grand intérêt.

I. — Production des ondes.

Pour ce qui concerne tout d'abord la transmission, le perfectionnement a surtout consisté *dans la production d'ondes entretenues ou non amorties* et *dans l'emploi de fréquences plus basses que les fréquences primitivement mises en jeu.*

L'étincelle ordinaire a des inconvénients nombreux; elle donne, comme on le sait, des trains espacés d'ondes rapidement amorties, non régulières, non concordantes, et il en résulte que de grandes quantités d'énergie doivent être employées pour produire un effet utile; les antennes sont hautes; les tensions, élevées; les récepteurs, sensibles à toutes fréquences, donc aisément influencés par les perturbations atmosphériques.

Les ondes non amorties sont notablement meilleures; elles sont en accord les unes avec les autres et additionnent par résonnance leurs effets sur les récepteurs, de telle sorte que ceux-ci sont plus facilement actionnés, c'est-à-dire avec moins d'énergie dépensée; les interférences sont plus aisément évitées; les tensions nécessaires sont réduites; les antennes peuvent être diminuées; la syntonisation est améliorée; la téléphonie est rendue possible.

Différents procédés, que nous allons indiquer, sont aujourd'hui employés pour produire des ondes de cette espèce.

1. *Emploi de l'arc.* — Dans plusieurs procédés, il est fait application de l'arc soufflé ou de l'arc chantant de Duddell, dont Lecher et Thomson et, plus tard, Blondel et Campos avaient déjà indiqué l'emploi pour la production de courants à haute fréquence.

De ce nombre est la méthode de Poulsen, qui compte, à l'heure présente, parmi les meilleures[1]. L'arc y est produit (fig. 1), avec une tension de 500 volts, dans une atmosphère d'hydrogène, de gaz ou d'alcool, ou encore dans un bain de vaseline; l'usage de l'alcool, très pratique, est particulièrement en faveur; l'arc est généralement réglé, à la main, à une longueur de 3 millimètres; il est placé dans une boîte fermée par des couvercles de carton ajourés, où se trouvent aussi les deux bobines de réaction que l'on insère du côté de la source pour empêcher que les courants oscillatoires retournent sur celle-ci; l'effet de ces bobines est remarquable; on s'en rend compte aisément par la température beaucoup plus élevée de leurs extrémités du côté de l'arc. La source est une dynamo à courant continu ordinaire.

Galetti a expérimenté un procédé à peu près

[1] N. Maskelyne : Conférence à la *London Institution*, 15 avril 1908.

comparable[1], mais avec deux oscillateurs réagissant l'un sur l'autre, en alimentant les décharges au moyen d'une dynamo Thury à 20.000 volts ; il a obtenu de cette façon des résultats encourageants

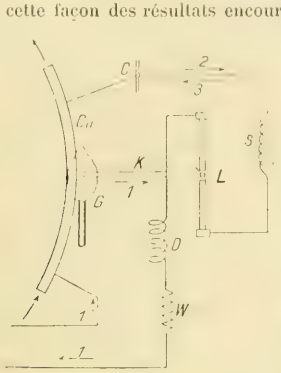


Fig. 1. — *Oscillateur à haute fréquence Duddell-Poulsen-Sahulka.* — L'arc jaillit dans une flamme de gaz d'éclairage G, entre une électrode de cuivre Cu, formée d'un tube où passe une circulation d'eau, et une électrode de charbon K, horizontale ; W, résistance ; D, réactance ; C, batterie de Leyde ; S, primaire d'un Tesla ; L, arc auxiliaire jaillissant entre des électrodes de charbon.

et se propose de poursuivre ses essais avec une tension de 40.000 volts, fournie par la Société grenobloise de force et de lumière ; les oscillations étaient provoquées par des éclateurs.

Eisenstein, dans un brevet de 1907[2], indique,

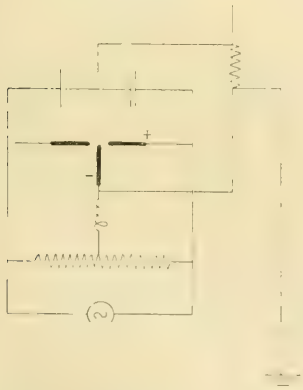


Fig. 2. — *Oscillateur Eisenstein, avec arc à courant alternatif jaillissant entre une cathode de charbon et des anodes de cuivre.*

d'un autre côté, l'emploi du courant alternatif avec deux anodes métalliques et une cathode de charbon, l'arc jaillissant alternativement d'une part, puis de l'autre, et la production étant ainsi rendue continue (fig. 2). Peukert a vérifié[1], d'ailleurs, expérimentalement que, même sans cette disposition spéciale à deux anodes, le courant alternatif peut être substitué au courant continu, et il a obtenu régulièrement, avec un arc à 50 périodes, des oscillations de la fréquence 10^6.

D'autre part, la *Gesellschaft für drahtlose Telegraphie* propose[2], pour la téléphonie sans fil notamment, d'utiliser plusieurs arcs de Duddell (à basse tension) en série (sur 500 volts), les arcs jaillissant entre une électrode métallique refroidie et une électrode de charbon homogène.

Enfin, dans un nouveau système, celui du Syndicat Lepel, combiné pour réaliser la meilleure utilisation possible de l'énergie, on emploie des arcs, à 400-500 volts, jaillissant entre deux électrodes circulaires, creuses et refroidies par une circulation d'eau, et maintenues séparées par une feuille de papier dont la combustion produit l'atmosphère spéciale que Poulsen obtient par les moyens indiqués plus haut[3].

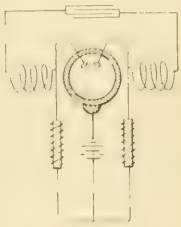


Fig. 3. — *Oscillateur Vreeland, avec tube à vapeur de mercure.*

2. *Emploi de la lampe à mercure.* — Un autre moyen d'obtenir des ondes non amorties consisterait dans l'utilisation de la lampe à vapeur de mercure, en remplacement de l'arc de Duddell.

Cette combinaison a été indiquée[4] par Cooper-Hewitt, et les observations faites quant au fonctionnement de l'appareil permettent d'escompter qu'il donnerait de bons résultats.

Vreeland a récemment imaginé[5] de faire réagir, dans une telle disposition, les courants oscillatoires sur l'arc même, en employant un tube à deux anodes, dans le but d'obtenir des ondes sinusoïdales de fréquence bien déterminée, mais modifiable par le réglage (fig. 3).

3. *Générateurs mécaniques.* — Mais la méthode la plus importante semble devoir être celle de Fessenden, à générateur mécanique.

La production mécanique d'ondes régulières avait déjà été tentée de diverses façons ; M. Fessenden a lui-même essayé la dynamo-condensateur ;

[1] R. C. Galetti : *L'Elettricista*, 15 avril 1908.
[2] Eisenstein : *Brevet français* 379.400 du 6 novembre 1907.

[1] Peukert : *Electrician*, 10 juillet 1908.
[2] *Electrotechnische Zeitschrift*, 27 août 1908.
[3] *Electrician*, 14 mai 1909.
[4] P. Cooper-Hewitt : *Brevet anglais* 21 767 de 1906.
[5] F. K. Vreeland : *Phys. Rev.*, octobre 1908.

c'est à l'alternateur qu'il s'est arrêté finalement.

La dynamo-condensateur est peu pratique[1].

C'est en 1906 que M. Fessenden a fait ses premières expériences pratiques avec un alternateur à haute fréquence[2]. Rappelons, à ce propos, qu'un tel alternateur avait déjà été établi antérieurement par Thomson[3], et qu'en 1900 M. Duddell en construisit un capable de donner 120.000 périodes[4], qu'il employa à ses recherches sur la résistance de l'arc voltaïque; d'autres machines du même genre ont encore été combinées d'ailleurs.

Les conditions à observer pour la confection d'un bon générateur à grande fréquence pour la télégraphie ou la téléphonie sans fil ont été exposées récemment par M. Campos[5], et je me bornerai à me référer à cet auteur.

L'alternateur dont dispose pour le moment M. Fessenden (il est occupé à en faire construire d'autres) permet d'obtenir des courants à 100.000 périodes approximativement, avec une intensité de 7-8 ampères et sous une tension de 160 volts. L'appareil est actionné par une petite turbine à vapeur.

La partie la plus caractéristique du groupe est le régulateur, qui est du système à résonnance imaginé en 1899 par M. Fessenden[6], et grâce auquel celui-ci a pu obtenir une régularité de marche à 1/20 °/₀.

Les résultats atteints au moyen de l'alternateur ont été extrêmement remarquables et, bien que la puissance de la machine soit relativement faible, des distances considérables ont pu être couvertes tant de jour que de nuit.

M. Fessenden attribue en grande partie son succès à l'emploi de périodicités assez faibles, dont il a signalé les grands avantages en 1906 déjà[7]. La supériorité des ondes longues provient essentiellement de ce que ces ondes sont moins absorbées par les obstacles, qu'elles contournent avec plus de facilité, grâce aux phénomènes de diffraction.

4. Oscillateurs à éclateur. — Marconi conserve l'éclateur; mais, pour obtenir des étincelles et des oscillations quasiment continues, il fait tourner les électrodes en regard l'une de l'autre et à une vitesse suffisante pour que les surfaces en présence ne s'échauffent jamais assez pour qu'un arc puisse jaillir entre elles; les électrodes peuvent, au surplus, avoir une forme quelconque; ce dispositif date déjà de quelques années[1]; des perfectionnements y ont été apportés en ces derniers temps, perfectionnements de construction, de forme ou de détail, plutôt que de principe.

L'une des modifications consiste à employer une première électrode, en disque, tournant à grande vitesse entre deux autres, placées normalement au plan de la première; celle-ci est munie sur son pourtour, entre les disques, de saillies qui produisent à chaque passage un renforcement des étincelles (fig. 4).

Marconi et Fleming placent encore l'oscillateur dans un gaz inerte comprimé; Marconi souffle aussi l'étincelle par un jet d'air; dans le système Telefunken, on fait jaillir les étincelles entre deux tores tournants; en France, on emploie beaucoup comme électrodes des cylindres rotatifs[2].

Lodge a encore indiqué[3] de substituer à l'éclateur un déchargeur à électrodes effilées placées dans un

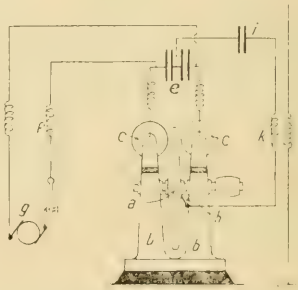


Fig. 4. — *Système oscillateur Marconi, à étincelles jaillissant entre des disques en mouvement de rotation.* — *a*, disque-électrode central; *b*, *b*, supports; *c*, *c*, disques latéraux; *h*, balais; *e*, condensateurs; *g*, générateur; *f*, *f*, inductances; *i*, condensateur; *k*, jigger.

gaz ionisé. Le courant peut, en tout cas, être continu ou alternatif; l'alternatif doit être à courbe présentant des sommets aplatis plutôt que sinusoïdal.

II. — Réception des ondes.

Les détecteurs les plus remarquables sont, à s'en rapporter aux résultats qu'ils ont permis d'atteindre : le *barretter* de Fessenden, l'*audion* de De Forest, les *dispositifs thermo-électriques* et les *redresseurs*; le cohéreur doit être considéré comme abandonné; M. Marconi utilise son détecteur magnétique à hystérésis; M. Fleming a mis à l'épreuve un redresseur à gaz ionisé qui présente une certaine analogie avec l'audion de De Forest; la Compagnie allemande de Télégraphie sans fil emploie beaucoup

[1] R. A. Fessenden : *Am. Inst. of Electrical Engineers*, juillet 1908.
[2] R. A. Fessenden : *Am. Inst. of Electrical Engineers*, juillet 1908.
[3] C. Thomson : *Electrical Engineer*, 30 juillet 1890.
[4] W. Duddell : *Physical Society*, 9 décembre 1904.
[5] A. Campos : *Associaz. Elettrotecnica italiana*, 1908.
[6] R. A. Fessenden : *Electrical World*, 11 novembre 1899.
[7] Id. : *Electrician*, 26 juillet 1907 et 4 octobre 1907.

[1] P. Brenot : *Lumière électrique*, 2 janvier 1909.
[2] G. Marconi : *Brevets anglais* 8.462 et 8.463 de 1907.
[3] Lodge : *British Association*, 5 août 1907.

le détecteur électrolytique de Schloemilch, qui est, en outre, en usage dans tous les postes français.

Pickard a imaginé, en outre, un détecteur, qu'il appelle *perikon*, à contact imparfait entre un cristal de chalcopyrite et un cristal de zincite; M. Brenot, qui a étudié ce dispositif, a démontré que les détecteurs de cette espèce sont de véritables piles sèches[1].

1. *Barretter.* — Il y a deux formes de barretter, celui à fil et celui à liquide, tous deux d'une grande sensibilité, mais le second moins fragile[2]. Ces dispositifs sont généralement connus, et je ne crois pas devoir en rappeler la description. Le barretter à liquide peut déceler des courants d'une fréquence de 5.000 périodes par seconde, d'une intensité de 6×10^{-5} ampère sous 15×10^{-5} volt; il convient parfaitement pour la téléphonie[3].

Les barretters ne sont en fait que des bolomètres modifiés; même le fonctionnement du barretter à liquide, que l'on a voulu considérer comme électrolytique, est à peu près exclusivement basé sur l'effet thermique des ondes; des mesures faites par M. Austin, du Bureau américain des Mesures, le démontrent[4]; l'effet électrolytique ne joue qu'un rôle tout secondaire.

Néanmoins, dans un brevet pris en 1907, M. Fessenden[5] indique de disposer le détecteur de manière à ce que le gaz formé sur l'anode de l'appareil ordinaire soit entraîné par un courant de liquide dans un rétrécissement où il puisse interrompre le courant électrique local.

2. *Détecteurs thermo-électriques.* — Les récepteurs thermo-électriques sont nombreux; ils sont basés sur l'effet de Seebeck et peuvent être constitués au moyen de corps quelconques entrant dans l'échelle thermo-électrique, les plus éloignés l'un de l'autre[6]; si tous deux sont métalliques, on les emploie sous forme de fils fins; dans le cas contraire, le non-métallique est pris en morceau à arêtes vives[7]. L'élément est, en tout cas, mis en circuit de manière à ce que l'échauffement des ondes soit concentré au contact thermo-électrique.

Parmi les détecteurs les plus récents de cette classe, on peut citer ceux de L. W. Austin, G. W. Pickard, de la *Gesellschaft für drahtlose Telegraphie* et de H. H. Dunwoody.

Le récepteur de L. W. Austin se compose d'un morceau de tellure en biseau, monté sur un fil rigide et pressé par un ressort contre une tige de silicium.

Celui de Pickard comprend une pointe de métal plantée verticalement sur une plaque de silicium.

Dans le dispositif de la *Gesellschaft für drahtlose Telegraphie*, l'élément est chauffé extérieurement à l'état normal, et l'échauffement dû aux ondes modifie simplement l'intensité du courant local. Le thermo-élément est constitué par une plaque de cuivre oxydée dans une flamme et un fil de platine touchant ladite plaque.

Dunwoody utilise un cristal de carborundum pris entre deux conducteurs ou attaché à un conducteur métallique et plongeant dans une solution conductrice.

On remarquera qu'en aucun dispositif de ce genre il ne pourrait y avoir amplification d'énergie, puisque c'est l'énergie reçue qui doit se transformer en énergie électrique après avoir passé par la forme thermique.

Eccles[1], qui a expérimenté un certain nombre de ces détecteurs (tellure-galène, tellure-molybdène, sélénium-galène), les a trouvés d'une sensibilité comparable à celle des détecteurs électrolytiques.

Suivant lui, le fonctionnement ne serait pas uniquement dû à l'effet Seebeck et, pour la plupart, il y aurait aussi un phénomène de redressement; Brandes et Pierce ont mis ce redressement en évidence pour certains cristaux : le phénomène n'a plus alors son siège au contact du cristal avec le métal, mais dans la masse même[2]; Austin est arrivé aux mêmes conclusions[3].

3. *Redresseurs.* — G. W. Pierce a obtenu plusieurs brevets pour des redresseurs à carborundum, à oxyde de titane et à tellure[4].

4. *Tubes à vide.* — Le tube à vide, qu'Elster et Geitel avaient reconnu capable de redresser les courants alternatifs et qui avait été expérimenté par Edison, puis par Fleming, dès 1890, a été repris par ce dernier sous une forme à peine modifiée.

De Forest, qui l'appelle *audion*, l'utilise avec un montage spécial (fig. 5), dans lequel l'instrument, de simple clapet qu'il est dans le montage Fleming, devient véritable relais[5]. L'artifice qui, selon l'inventeur, fait toute la valeur du dispositif consiste

[1] P. Brenot : *Lumière électrique*, 2 janvier 1909.
[2] S. M. Kintner : *Am. Inst. of Electrical Engineers*, janvier 1907.
[3] K. E. F. Schmidt : *Electrician*, 27 mars 1908.
[4] L. W. Austin : *Journal of the Bureau of Standards*, vol. 2, nº 2.
[5] R. A. Fessenden : *Electrical Engineering*, 1907, p. 638.
[6] C. Tissot : *Comptes rendus*, 6 juillet 1908.
[7] W. H. Eccles : *Electrician*, 24 janvier 1908.

[1] W. H. Eccles : *Electrician*, 24 janvier 1908.
[2] W. H. Eccles : *Electrician*, 24 janvier 1908.
[3] L. W. Austin : *Bulletin of the Bureau of Standards*, août 1908.
[4] G. W. Pierce : *Electrician*, 20 novembre 1907 et 27 mars 1908; *Electrical World*, 29 avril 1909.
[5] Lee De Forest : *Am. Inst. of Electrical Engineers*, janvier 1907.

à insérer une pile dans le circuit du gaz ionisé et du récepteur; l'instrument est formé d'une lampe de 6 volts dont le filament est chauffé par une batterie de 3 accumulateurs; la batterie auxiliaire donne de 6 à 18 volts; elle peut être composée d'éléments de pile sèche.

La lampe doit être de préférence au tantale, plutôt qu'au charbon ou au platine, et mieux encore au tungstène; le vide ne doit pas y être poussé trop loin, sous peine de faire perdre de la sensibilité au tube.

Les détecteurs de ce genre ont, particulièrement sur les redresseurs, le grand avantage d'une robustesse complète; on les fabrique aussi industriellement que les lampes à incandescence.

Des modifications d'une grande importance ont été décrites dans un brevet accordé en février 1908 au Dr Lee De Forest à propos de l'appareil en question.

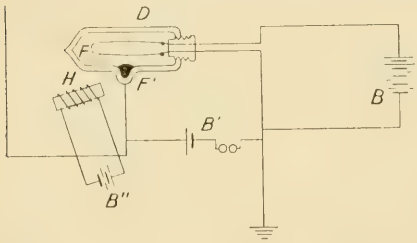


Fig. 5. — *Récepteur à audion De Forest.* — Le gaz raréfié de l'ampoule D est ionisé par le filament F que porte à l'incandescence le courant de la pile B; F', électrode mercurielle; B, pile locale actionnant le récepteur; on règle le tube en déplaçant l'électro-aimant H ou en modifiant l'intensité du courant passant dans l'enroulement de cet électro.

tion. Le perfectionnement principal réside[1] dans l'adjonction d'un fil de platine replié, placé dans la lampe entre le filament et la plaque d'aluminium; ce fil est connecté au circuit récepteur par l'intermédiaire d'un condensateur; il augmente notablement la sensibilité.

5. *Détecteurs électrolytiques.* — L'emploi étendu qui est fait de ce genre de détecteur (adopté par la *Telefunken*, l'un des systèmes les plus avancés) en démontre suffisamment la valeur pour qu'il ne soit pas nécessaire d'y insister.

D'excellents résultats ont particulièrement été obtenus au moyen d'un détecteur électrolytique à pointe de tantale[2] et l'on a pu, avec cet instrument (fig. 6), transmettre la parole à 800 kilomètres environ avec une puissance de 2 kilowatts seulement.

[1] Lee De Forest : *Western Electrician*, 28 mars 1908.
[2] L. H. Walter : *Royal Society*, 7 mai 1908; *Electrician*, 4 sept. 1908.

Une modification permettant d'employer ledit détecteur avec un galvanomètre est indiquée dans le brevet allemand 190.639 de 1908.

Les détecteurs magnétiques et électrolytiques anciens ont généralement l'avantage d'être plus stables et mieux réglables que les nouveaux.

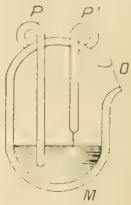


Fig. 6 — *Détecteur au tantale de L. H. Walter.* — P, P', tiges de platine, dont l'une, P, plonge dans le mercure M de l'ampoule et dont l'autre, P', porte deux ou trois appendices de tantale; ces derniers sont repliés, à l'exception de l'un d'eux, qui touche le mercure; on les met en circuit en les dépliant à l'aide d'une baguette introduite par l'ouverture O.

III. — Outillage.

Les appareils auxiliaires, transformateurs, condensateurs, inductances, antennes, etc., ont reçu moins de perfectionnements ou de modifications que les oscillateurs et détecteurs, et je n'ai que peu de chose à mentionner sous ce rapport.

Les modifications apportées ont été nécessitées par les grandes puissances mises en jeu.

On s'est surtout occupé de simplifier les liaisons entre les appareils; le génie français a réalisé dans cette partie des progrès notables.

1. *Antenne.* — Les dernières années n'ont pas vu de forme nouvelle d'antenne; on continue à employer, selon les circonstances, la portée à atteindre, les conditions locales, etc., l'antenne filiforme, à fil nu ou isolé (cerf-volant, ballon); l'antenne prismatique (pour petites longueurs d'ondes), avec support élevé; l'antenne verticale

Fig. 7. — *Antenne et support d'antenne De Forest* (montage employé aux stations de l'Administration anglaise à Hunstanton et à Skegness). — G, vergue de support; S, barre d'attache des fils constituant l'antenne; I, isolateurs des haubans; O, traverse de rassemblement des fils; V, isolateur à haute tension; E, tube d'introduction.

en nappe (stations côtières); l'antenne horizontale en nappe; l'antenne en plan de Blondel, ou en parapluie.

On s'est néanmoins occupé de simplifier le montage des antennes et surtout de leur support, et quelques compagnies ont fait breveter des dispositifs de montage spéciaux[1] (fig. 7).

On cherche principalement à réaliser sous une forme peu coûteuse des antennes à grande surface et possédant, sans l'addition d'inductances auxiliaires, une périodicité se rapprochant autant que possible de celle produite par les oscillateurs; cette tendance est bien montrée par l'antenne en parapluie, qui est celle de la *Gesellschaft für drahtlose Telegraphie.*

2. *Condensateurs.* — Les bouteilles de Leyde et les tubes de Moscicki font place aux condensateurs à plaques. On évite dans ceux-ci les diélectriques solides et l'on revient ainsi au condensateur d'Aepinus (Marconi); au besoin, de l'air comprimé ou un gaz inerte comprimé est insufflé entre les plaques (Fleming, Fessenden); on augmente de cette façon la résistance diélectrique et on réduit les dimensions de l'appareil.

Pletts a fait breveter un condensateur à plaques réglable qui, avec les mêmes dimensions, a une capacité double du condensateur ordinaire[2].

Cet appareil est formé de plaques semi-circulaires dont les paires sont fixes, et les impaires mobiles, étant montées sur un axe isolant qui permet de les faire se déplacer vis-à-vis des premières et parallèlement à celles-ci.

3. *Inductance.* — Une bobine de self-induction réglable curieuse a été imaginée par M. Tissot : elle consiste très simplement en une bobine enveloppée par un cylindre métallique, fendu longitudinalement, et dont l'ouverture peut être plus ou moins obturée au moyen d'une pièce mobile actionnée par un levier dont la position indique la valeur de l'inductance.

4. *Transformateur.* — Les bobines d'induction, alimentées en courant continu, ont fait place aux transformateurs recevant du courant, alternatif ou continu interrompu, de dynamos industrielles.

La construction de ces transformateurs a surtout été étudiée par Seill et Blondel et par Berthenod, qui a établi les formules les plus complètes pour leur calcul.

M. Fessenden emploie[3] un transformateur réglable dans lequel les deux enroulements peuvent être débobinés du noyau de travail pour passer sur un noyau métallique qui annule l'effet des spires qu'on y fait passer.

L'interrupteur éventuellement nécessaire est de préférence constitué par un appareil de Klingelfluss, noyé dans un mélange de pétrole et de mercure amalgamant les surfaces, et assurant entre les frotteurs et les lames du tambour rotatif un contact parfait. Ce dispositif est employé dans les stations françaises de Sainte-Marie-de-la-Mer et d'Alger[1]. Fessenden et Majorana ont essayé un interrupteur à billes, avant d'adopter l'arc soufflé.

5. *Transmetteur.* — En pratique, le travail se fait exclusivement par le système Morse; le manipulateur ordinaire de la télégraphie sans fil permet d'atteindre, dans le travail par étincelles, une vitesse de transmission de quatorze mots environ par minute; dans les procédés à ondes entretenues, on peut travailler avec plus de célérité.

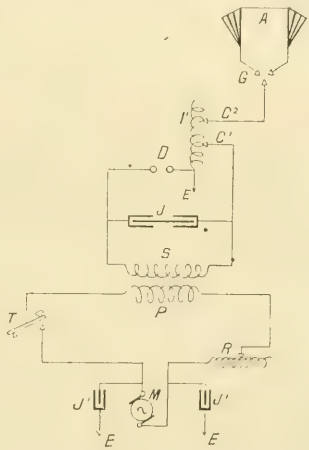


Fig. 8. — *Transmission par clef Morse (dans le système De Forest).* — M, alternateur; J', bouteilles de Leyde absorbant les oscillations du circuit de transmission; R, bobine de résistance réglable; T, clef; PS, transformateur; J, bouteilles de Leyde; D, éclateur; I', bobine d'inductance; C, curseurs; G, éclateur auxiliaire; A, antenne.

En tout cas, on le sait, le manipulateur, placé dans le circuit primaire, que celui-ci soit à bobine ou à alternateur (fig. 8), doit supporter de grands wattages et être d'une construction appropriée.

D'intéressantes expériences de transmission automatique par Wheatstone modifié ont été faites par Marconi, par les ingénieurs du Gouvernement anglais, par Poulsen et par Fessenden.

[1] W. H. Eccles : *Electrician*, 24 janvier 1908.
[2] W. H. Eccles : *Electrician*, 24 janvier 1908.
[3] R. A. Fessenden : *Am. Inst. of Electrical Engineers*, juillet 1908.

[1] P. Brenot : *Lumière électrique*, 2 janvier 1909.

En 1905, Marconi avait indiqué[1] une vitesse de travail de 100 mots par minute; mais les ingénieurs du British Post Office, qui reprirent peu après ses essais, n'arrivèrent, entre deux postes distants de 25 kilomètres approximativement, qu'à 70 mots par minute; ils ne purent aller au delà; à 90 mots, les signaux étaient indéchiffrables[2].

M. Poulsen, avec d'autres enregistreurs, d'ailleurs, est arrivé plus récemment à 150 mots par minute[3], et M. Fessenden a déclaré pouvoir travailler, au moyen d'un Wheatstone qu'il possède, à 250 mots par minute; il compte aller sous peu à 500[4].

6. *Récepteurs.* — Pour la grande distance, la réception se fait couramment à l'ouïe, au moyen d'un écouteur téléphonique, les appareils très spéciaux et sensibles que l'on emploie alors ne permettant pas l'enregistrement; il est probable, toutefois, que cet inconvénient disparaîtra avec les nouveaux dispositifs détecteurs qui ont récemment vu le jour.

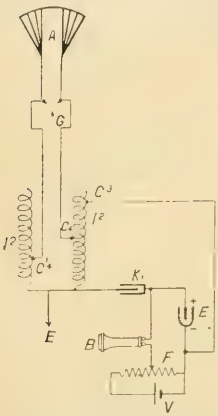


Fig. 9. — *Système récepteur De Forest à antenne double, avec électrolytique et écouteur.* — I², inductances réglables; E, détecteur électrolytique; K_1, condensateur; V, batterie primaire; F, potentiomètre; B, téléphone; A, antenne; G, éclateur auxiliaire.

L'écouteur est branché sur les bornes de l'électrolytique ou du détecteur, avec une pile dont le courant peut être réglé par un rhéostat; cette disposition est à peu près générale; elle a été employée dès l'origine, au surplus, notamment par M. De Forest (fig. 9) à la station de Cullercoats.

Deux méthodes ont principalement été indiquées pour permettre l'enregistrement : celle de la *Gesellschaft für drahtlose Telegraphie* et celle de l'*Amalgamated Radiotelegraph Company*. Dans la première, le détecteur électrolytique est combiné avec un relais à bobine mobile; dans la seconde, on utilise un galvanomètre à corde fonctionnant comme relais microphonique[5].

Les expériences de Marconi et du British Post Office sur la transmission automatique avaient été faites en employant comme enregistreur un *siphon recorder*.

Poulsen a obtenu la vitesse indiquée plus haut à l'aide de l'enregistrement photographique proposé par Rieder[1].

Ce système comporte les appareils suivants : un galvanomètre d'Einthoven, une chambre noire, avec objectif, un mécanisme d'horlogerie entraînant la pellicule photographique et les appareils de développement et de fixation photographiques voulus.

Le galvanomètre d'Einthoven[2] est formé d'un fil métallique (or, argent, platine, quartz platiné) tendu dans un champ puissant produit par de forts aimants permanents ou par des électro-aimants; le fil est parcouru par le courant électrique dont les variations sont à enregistrer; il présente à une certaine hauteur un épaississement aplati dont l'ombre portée — il y a une lampe électrique derrière le fil, à la même hauteur — est photographiée sur la pellicule.

La bande, qui, dans les appareils les plus récents, sort de l'instrument, développée et fixée six secondes après la réception des signaux, montre les images du fil en blanc sur fond noir.

Cet appareil est d'une sensibilité extrême, supérieure même, paraît-il, au téléphone, et il a l'avantage qu'avec un peu de pratique un opérateur intelligent parvient à distinguer les traces dues aux perturbations atmosphériques de celles représentant les signaux; quoique délicat en apparence, il n'est nullement fragile.

Fessenden a proposé[3] l'emploi d'un relais à contact microphonique formé de deux bobines solidaires, montées en opposition, et pivotant dans l'entrefer d'un électro-aimant, les enroulements étant parcourus par le courant contrôlé par le détecteur.

Dans le même ordre d'idées, Gardner a préconisé l'emploi d'un télémicrophone accordé[4]; d'après une communication de M. Péri, chef du Service de la télégraphie militaire en Indo-Chine, à l'*Electricien*, cette disposition serait employée, avec l'électrolytique, à la station d'Hanoï[5]; on a aussi mis en avant l'idée d'amplifier les ondes reçues au moyen d'une dynamo de construction appropriée, soit après les avoir redressées[6], soit directement[7]; cette dernière disposition semble impraticable;

[1] G. Marconi : *Royal Institution*, 1er mars 1905.
[2] *Electrical Review*, Londres, 19 juillet 1907.
[3] N. Maskelyne : *London Institution*, 15 avril 1908.
[4] R. A. Fessenden : *Am. Inst. of Elect. Eng.*, juillet 1908.
[5] N. Maskelyne : *London Institution*, 15 avril 1908.

[1] N. Maskelyne : *London Institution*, 15 avril 1908.
[2] Id. : *Id.*, et *Engineering*, 4 novembre 1904.
[3] R. A. Fessenden : *Am. Inst. of Electrical Engineers*, juillet 1908.
[4] W. H. Eccles : *Electrician*, 24 janvier 1908.
[5] G. Péri : *Electricien*, 15 mai 1909.
[6] Henry : *Bulletin de la Soc. belge d'Electriciens*, octobre 1908.
[7] H. A. Hall : *Electrical Review*, Londres, 29 novembre 1907.

aucune des trois n'a été expérimentée, d'ailleurs, que je sache ; à signaler toutefois qu'Alexanderson, en Amérique, vient d'obtenir un brevet pour l'amplification des courants faibles (téléphoniques) au moyen d'un alternateur[1].

7. *Téléphonie.* — Dans la téléphonie sans fil, les appareils ne diffèrent pas, en principe, de ceux que nous venons de voir, sauf l'adjonction d'un appareil microphonique pour moduler les ondes de transmission. La plus grande difficulté (la seule, peut-être, une fois les ondes non amorties adoptées) est de faire supporter au microphone les quantités d'énergie considérables qui doivent entrer en jeu.

M. Majorana a obtenu de bons résultats[2] au moyen du microphone à écoulement dont il est l'inventeur[3]. M. Poulsen emploie un microphone ordinaire ; pour les grandes distances, il en monte au besoin plusieurs sur une même embouchure ; dans les expériences qu'il fit entre Syngby et Berlin, six microphones constituaient le transmetteur[4].

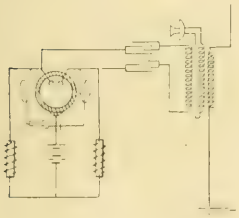


Fig. 10. — *Système transmetteur Vreeland pour la téléphonie sans fil.*

Fessenden fait usage d'un microphone à électrodes refroidies par une circulation d'eau et du type à granules ; les électrodes sont en platine-iridium ; elles sont tenues à distance par un anneau de stéatite ; l'appareil est employé directement pour agir sur les circuits oscillateurs, ou bien il produit les variations voulues d'ondes, grâce à l'intervention d'un relais spécialement construit pour cette application. Le microphone peut être monté de diverses façons ; il peut être inséré dans le système primaire, par exemple, ou être intercalé sur la liaison entre l'antenne et la terre ; Vreeland, dans son procédé à tube Cooper-Hewitt, le monte dans un circuit accouplé inductivement à l'antenne (fig. 10) ; c'est préférablement l'un des deux derniers montages que l'on emploie habituellement ; M. Fessenden a également fait des essais en agissant sur l'inducteur de l'alternateur ; ce procédé, qui paraît devoir être celui de l'avenir, serait bon s'il ne demandait pas que l'alternateur fût exceptionnellement soigné[5] ; le même expérimentateur a pu relayer avec succès, en recourant à un relais approprié, les courants téléphoniques d'un circuit ordinaire à un poste de télécommunication sans fil (expériences faites entre Brant-Rock et la Jamaïque en 1906[1]).

Le téléphone utilisé semble être très généralement un écouteur ordinaire (à enroulement approprié, toutefois, comme pour la télégraphie sans fil, d'ailleurs) ; seul M. Fessenden a indiqué l'usage de récepteurs téléphoniques spéciaux[2] : celui de Thomson (où les déplacements de la membrane sont produits par des courants circulant dans une bobine fixée à la membrane) et un appareil amplificateur (un petit disque de fer est placé à proximité d'une tuyère par laquelle est envoyé un courant d'air à haute pression ; les déplacements dudit disque, produits par les courants reçus, réagissent sur l'écoulement du gaz, qui, à son tour, actionne une membrane) dont le principe paraît emprunté au relais téléphonique imaginé en 1897 par Erdman[3].

IV. — Méthodes de travail.

1. *Formation des signaux.* — Pour tirer le meilleur parti possible du système à ondes non amorties, c'est-à-dire pour pouvoir bénéficier de tout l'avantage que procure, au point de vue de la réduction de l'énergie nécessaire, la similitude complète des ondes successives composant les émissions, il est habituellement bon que lesdites oscillations soient produites d'une façon permanente dans le travail, les signaux étant obtenus en provoquant, par la variation des constantes du système de transmission, la cessation de l'accord entre le poste de départ et le poste d'arrivée.

C'est ce que font, entre autres, MM. Poulsen et Pedersen. Le circuit oscillateur est, par exemple, accouplé à l'antenne au moyen d'un certain nombre de tours de fil, et la clef morse, court-circuitant, quand elle est abaissée, quelques-unes des spires, supprime momentanément la syntonisation[4].

Ce procédé est d'un usage assez courant, bien qu'il présente des inconvénients[5], parmi lesquels l'instabilité de l'arc et la détérioration rapide des surfaces de contact sont les plus graves.

Pour y remédier, M. Poulsen indique[6] de modifier l'intensité des ondes en agissant sur le jet de gaz qu'il fait arriver entre les électrodes, et cela de l'une des façons suivantes : 1° à la main (transmis-

[1] *Electrical Review*, New-York, 23 novembre 1908.
[2] Carletti : *Electricien*, 24 avril 1909 ; Henry : *Industrie électrique*, 25 avril 1909.
[3] *Journal télégraphique*, 25 octobre 1907.
[4] N. Maskelyne : *London Institution*, 15 avril 1908.
[5] R. A. Fessenden : *Am. Inst. of Electrical Engineers*, juillet 1908.

[1] *American Telephone Journal*, 26 janvier 1907 et 2 février 1907.
[2] R. A. Fessenden : *American Inst. of Electrical Engineers*, juillet 1908.
[3] K. B. Miller : *American telephone practice*, 1899.
[4] N. Maskelyne : *London Institution*, 15 avril 1908.
[5] W. H. Eccles : *Electrician*, 24 janvier 1908.
[6] V. Poulsen : *Brevet anglais* 28.602 de 1906.

sion ordinaire); 2° à l'aide d'une bande perforée (transmission automatique); 3° au moyen d'une capsule manométrique (téléphonie). Il n'a pas été publié de compte rendu d'expériences faites avec ce procédé, qui paraît cependant exceptionnellement ingénieux et intéressant et semble n'avoir d'équivalent, au point de vue de la facilité de la transmission, tant télégraphique que téléphonique, que dans la méthode qui consisterait, avec l'alternateur de Fessenden, à former les signaux en agissant sur l'inducteur, selon ce qui a été dit.

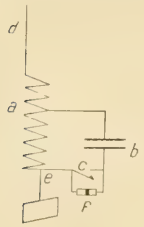


Fig. 11. — *Récepteur à tikker de Pedersen; système original, employé avec cohéreur.* — *a-d*, antenne; *b*, condensateur; *c*, tikker; *e*, prise de terre; *f*, cohéreur.

Comme M. Poulsen, M. Fessenden travaille, en télégraphie, en produisant des ondes de façon continue et en rompant l'accord des circuits pour la transmission des signaux.

Très intéressantes aussi sont les dispositions employées par les deux derniers expérimentateurs, M. Poulsen et M. Fessenden, respectivement dans la méthode du tikker et dans la méthode hétérodyne.

La méthode du *tikker*[1], imaginée par M. Pedersen (fig. 11) et perfectionnée par M. Poulsen (fig. 12), consiste à intercaler dans le circuit récepteur un contact intermittent, un vibrateur, de telle façon que, dans une position de cet organe, le circuit oscillant est fermé directement sur le dispositif, tandis que, dans l'autre, il décharge son énergie sur le récepteur; le tikker est simplement un vibrateur de Neef, enfermé dans une boîte protectrice, plate, en fer; le tikker permet de supprimer le détecteur; il n'est évidemment utilisable qu'en télégraphie; la téléphonie exige indispensablement un récepteur continu.

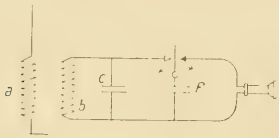


Fig. 12. — *Récepteur à tikker de Poulsen; système perfectionné, employé sans détecteur.* — *a-b*, jigger; *c-f*, condensateur.

L'emploi d'un dispositif de cette nature est indispensable dans les méthodes à ondes entretenues pour que les signaux soient perceptibles dans le téléphone; à défaut d'organes de ce genre, la membrane ne donnerait qu'un « clac » ne permettant pas la traduction.

Dans le système Marconi, les vibrations sont assurées par les irrégularités dues aux pointes du disque tournant.

Dans le procédé *hétérodyne*[1], un champ local, dû à une source alternative de fréquence bien constante, interfère avec le champ produit par les ondes reçues de manière à ce que des battements perceptibles se produisent.

2. *Couplage des circuits.* — Il n'y a pas de nouveauté à signaler sous ce rapport. A la réception, le couplage inductif, très lâche, qui permet seul de se mettre à l'abri des influences perturbatrices, est couramment employé dans tous les procédés qui ne craignent pas un rendement faible des appareils récepteurs[2]. Au repos, le couplage est toutefois rendu conductif, afin d'assurer la réception régulière et certaine des signaux d'appel[3].

Par une disposition de circuits très ingénieuse, et rappelant le système de combinaison de circuit d'Edison, M. Fessenden est parvenu, suivant ce qu'il rapporte, à faire en sorte que l'on puisse simultanément converser et écouter par téléphone, sans avoir à manœuvrer de commutateur, c'est-à-dire dans des conditions absolument semblables à celles où se fait le travail par fils.

3. *Communications multiples.* — Le même procédé permet d'utiliser la même antenne à la transmission et à la réception télégraphique, et par conséquent d'établir une communication duplex. M. Fessenden déclare que ce mode de travail est plus stable en télégraphie sans fil que dans la correspondance par fils ordinaire, parce qu'il est beaucoup plus aisé de maintenir la balance entre l'antenne réelle et l'antenne artificielle qu'entre des circuits télégraphiques, les lignes souffrant de variations constantes qui ne se présentent pas pour l'antenne[4].

La facilité d'accord réalisable avec les systèmes à ondes non amorties permet, au surplus, d'escompter que l'on arrivera assez aisément à établir des communications multiples ou, du moins, que ce problème ne donnera pas lieu à des difficultés plus grandes que celles qui existent pour la solution de la téléphonie multiple. On peut dire, dès à présent,

[1] W. H. Eccles : *Electrician*, 24 janvier 1908.

[1] R. A. Fessenden : *Am. Inst. of Electrical Engineers*, juillet 1908.

[2] N. Maskelyne : *London Institution*, 15 avril 1908.

[3] Id : *Id.* — R. A. Fessenden : *Am. Inst. of Electrical Engineers*, juillet 1908.

[4] R. A. Fessenden : *Am. Inst. of Electrical Engineers*, juillet 1908.

que l'accord est réalisable, sans faiblesse, à ± 5 % près[1], les correspondances émises simultanément étant supposées échangées entre les mêmes postes. Rappelons, toutefois, que le point délicat est de garantir l'indépendance de chaque poste vis-à-vis des stations de plus ou moins grande puissance situées à proximité.

D'après une communication de M. E. R. Barker[2], M. Poulsen serait parvenu à faire du duplex entre des postes éloignés de 2.000 kilomètres.

4. *Ondes dirigées.* — Indépendamment des études théoriques de Zenneck[3], les seules expériences réellement notables faites dans cet voie sont celles poursuivies en France depuis dix-huit mois par MM. Bellini et Tosi et qui ont récemment fait l'objet de communications à plusieurs sociétés savantes et notamment à l'Académie des Sciences[4].

Le procédé de MM. Bellini et Tosi est basé sur des principes analogues à ceux énoncés en 1898 par Blondel et auxquels celui-ci donna un commencement de démonstration expérimentale en 1898 et en 1902.

Il comporte l'emploi, à chaque poste, de deux antennes triangulaires, ouvertes au sommet et placées perpendiculairement l'une à l'autre; cette disposition a pour effet de faire interférer les ondes de telle manière qu'il y a neutralisation desdites ondes dans une direction et renforcement dans la

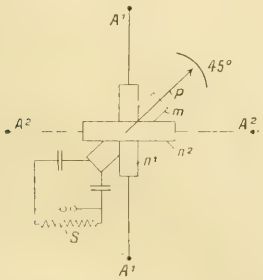


Fig. 13. — *Système transmetteur employé par MM. Bellini et Tosi.* — Deux enroulements n^1, n^2, placés perpendiculairement l'un à l'autre, sont insérés chacun dans un circuit oscillateur; un troisième enroulement, m, est en relation avec le système excitateur; il peut être déplacé par rapport aux deux premiers.

direction opposée; le phénomène est semblable à celui de même nature en acoustique.

La direction dans l'espace du faisceau d'orientation peut être modifiée d'une façon très simple et sans qu'on ait à déplacer les plans des antennes.

Celles-ci sont excitées chacune, grâce à une bobine dont elles sont munies au milieu de leur côté inférieur; les deux bobines, qui sont dans des plans perpendiculaires, comme les antennes,

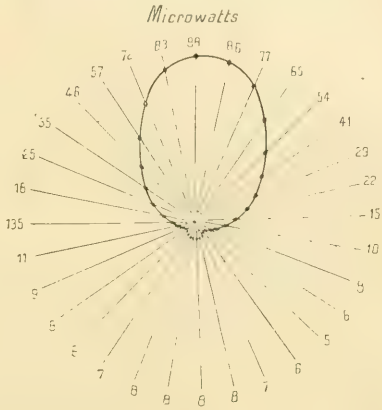


Fig. 14. — *Diagramme de la distribution de l'énergie rayonnée par un système transmetteur de MM. Bellini et Tosi.* — Mesures effectuées au moyen du thermo-galvanomètre de Duddell.

enveloppent une bobine inductrice commune, mobile, qui fait partie du circuit oscillant; la direction du faisceau varie avec la position de cette bobine mobile par rapport aux bobines fixes induites (fig. 13).

La zone influencée par un tel dispositif se compose de deux parties symétriques par rapport au transmetteur et affectant la forme d'une ellipse aplatie (fig. 14); l'angle d'ouverture du faisceau émanant des deux cadres ne dépasserait pas, à 80 kilomètres de distance, une dizaine de degrés; cela est remarquable.

V. — Résultats.

Je terminerai ici ce court aperçu en citant quelques-uns des records qui ont été signalés en ces derniers temps.

En télégraphie, les résultats les plus remarquables sont ceux qu'ont indiqués :

M. Lodge, qui travaille couramment entre Burma et Adaman, à 480 kilomètres de distance, avec une puissance totale de moins de 1 cheval (système Lodge-Muirhead, sans prise de terre, spécialement étudié pour la syntonisation);

M. Fessenden, qui a pu correspondre entre Brant Rock et Cap Saint-Roc, à 4.800 kilomètres de distance, le jour aussi bien que la nuit (fréquence de 80.000 périodes par seconde);

[1] N. Maskelyne : *London Institution*, 15 avril 1908. — Lodge : *British Association*, 5 août 1907.

[2] E. R. Barker : *Electrical Review*, Londres, 10 juillet 1908. — *Electrician*, 26 juin 1908.

[3] J. Zenneck : *Physikalische Zeitschrift*, 15 janvier 1908.

[4] Bellini et Tosi : *Comptes rendus*, 11 mai 1908.

M. Marconi, dont le service fonctionne dans de bonnes conditions entre Glace Bay et Clifden[1] (fréquence : 70.000; les signaux sont couramment reçus à Brant Rock[2] et à la Tour Eiffel);

M. Poulsen, qui, avec une antenne suspendue à un mât de 28 mètres, a reçu de la station de Cullercoats, disposant d'une puissance de 5 kilowatts, à 2.200 kilomètres[3].

Le service transatlantique Marconi n'est pas encore absolument régulier; mais on peut citer comme modèle celui qu'assure le poste de la Tour Eiffel.

Celle-ci a communiqué sans défaillance avec les stations côtières du Maroc; le croiseur *Kléber* a aussi pu correspondre dans la Méditerranée, avec cette station, au moyen d'une puissance de 5 kilowatts[4].

Dans la téléphonie :

M. Fessenden avait pu échanger, en 1906, des communications entre Brant Rock et un schooner à 17,5 kilomètres; peu après, il a établi une communication entre Brant Rock et Cap Saint-Roc; d'après lui, la fréquence des ondes servant à la transmission doit être d'au moins 25.000;

Le système Poulsen a donné complète satisfaction entre Syngby (Copenhague) et Esbjerg (Jutland), dont la distance est de 280 kilomètres, avec 6 kilowatts[5], et même entre Syngby et Berlin, à 430 kilomètres[6]; le système De Forest, qui se confond avec le Poulsen (et le Stone Stone), a été adopté dès 1907 par une trentaine de navires américains[7], et l'on sait les résultats qu'il a tout récemment donnés en France; la marine des Etats-Unis vient au surplus de décider d'étendre l'usage de la téléphonie sans fil[1];

Le procédé Telefunken a marché convenablement entre Nauen et Berlin[2];

Des expériences très réussies ont été faites par MM. Colin et Jeance entre Paris et Melun;

Le système Clark a fonctionné à 40 kilomètres[3];

M. Majorana, avec son microphone spécial et un oscillateur à arc de Poulsen, a atteint successivement 60, 120, 200 et même 500 kilomètres[4].

Je pourrais ajouter, aux indications finales ci-dessus, la mention des expériences de transmission sans fil de photographies de Berjonneau-Knudsen et Rieder; mais cette partie de la question m'a paru devoir être provisoirement réservée.

Ce qui précède permet, d'ailleurs, de se rendre compte de l'état actuel de la télégraphie sans fil; on en concluera, avec raison, que les étapes franchies en treize années (depuis 1895) sont énormes.

Ce n'est point dire, toutefois, que le problème soit commercialement résolu d'une façon complète; la question des interférences et celle du secret des correspondances restent pendantes; des constatations diverses ont dernièrement fait voir que les signaux des grandes stations sont facilement interceptés, même sans appareil spécial[5], même sans antenne[6].

Mais..., il faut un temps pour chaque chose, et chaque chose aura son temps, n'en doutons point.

H. Marchand,
Électricien-chimiste.

---

[1] *Electrical Review*, New-York, 9 mai 1908. — *Id.*, Londres, 6 mars 1908.
[2] R. A. Fessenden : *Am. Inst. of Electrical Engineers*, juillet 1908.
[3] N. Maskelyne : *London Institution*, 15 avril 1908.
[4] P. Brenot : *Lumière électrique*, 2 janvier 1909.
[5] N. Maskelyne : *London Institution*, 15 avril 1908.
[6] *Electrician*, 14 août 1908.
[7] *Id.*, 17 janvier 1908.

[1] *Electrical Review*, New-York, 28 nov. 1908.
[2] *Electricien*, 14 sept. 1907; *Electrical Review*, Londres, 6 déc. 1907.
[3] *Western Electrician*, 4 juillet 1908.
[4] Carletti : *Electricien*, 24 avril 1909.
[5] *Electrician*, 3 avril 1908.
[6] *Id.*, 25 sept. 1908.

REVUE ANNUELLE DE PHYSIOLOGIE

DEUXIÈME PARTIE : CIRCULATION, RESPIRATION, SYSTÈMES NERVEUX ET MUSCULAIRE

Dans un premier article, nous avons résumé les récents travaux de Physiologie générale ; nous allons maintenant aborder les travaux plus spéciaux qui se rapportent à la circulation, à la respiration et aux systèmes nerveux et musculaire.

I. — Circulation.

1. *Individualité de l'électrocardiogramme.* — Pendant de longues années, la boussole de Wiedemann, sous la forme que lui avait donnée du Bois-Reymond, est restée l'instrument classique pour les recherches d'électrophysiologie. Puis l'outillage créé par le célèbre physiologiste berlinois a été peu à peu délaissé et remplacé par l'emploi de l'électromètre capillaire de Lippmann. Ici la masse mise en mouvement par le courant électrique est si petite et ses déplacements si faibles, que les effets de l'inertie, si gênants dans la boussole de Wiedemann, ne se font pour ainsi dire pas sentir. Les excursions du ménisque mercuriel suivent d'une façon très satisfaisante les variations les plus rapides et les plus subtiles du courant électrique. En photographiant ces excursions sur un cylindre enregistreur recouvert de papier sensible ou sur une plaque photographique en mouvement, on peut recueillir une image fidèle de toutes les phases des courants d'action des muscles, des nerfs, etc. Depuis quelque temps, le galvanomètre à corde d'Einthoven fait une concurrence souvent victorieuse à l'électromètre pour les recherches d'électrophysiologie. Ici l'on enregistre photographiquement les déviations d'un fil de quartz argenté traversé par le courant et tendu entre les pôles d'un puissant électro-aimant. L'appareil d'Einthoven fournirait des tracés encore plus fidèles que ceux de l'électromètre.

L'année dernière, j'ai signalé ici plusieurs applications heureuses de l'électromètre à l'étude de l'électrocardiogramme et à celle des bruits du cœur.

Einthoven[1] et ses élèves ont enregistré au Laboratoire de Leyde les phénomènes électriques qui accompagnent la pulsation cardiaque chez un grand nombre de personnes. La technique est assez simple. On sait que le cœur battant dans notre corps développe à chaque pulsation un courant électrique qui est conduit vers toutes les parties de notre organisme, par exemple vers nos mains et nos pieds. Le sujet est commodément assis sur une chaise et plonge chaque main dans un grand vase rempli d'un liquide conducteur, solution de sel marin par exemple. Ou bien le sujet plonge une main dans un vase et le pied du côté opposé dans l'autre vase. Il suffit de raccorder les deux vases conducteurs avec le galvanomètre pour observer un écart de la corde à chaque battement du cœur. La courbe fournie par cet écart est assez compliquée. Einthoven distingue dans l'électrocardiogramme au moins cinq inflexions, qu'il désigne par les lettres P, Q, R, S et T. Le premier sommet P correspond seul à la contraction des oreillettes, tandis que Q, R, S et T représentent le mouvement électrique produit par la systole des ventricules.

Einthoven a constaté que les inflexions de la courbe présentent, d'un sujet à l'autre, des différences individuelles notables, quant à leur forme et leur hauteur. Fait curieux, le tracé qui en résulte a une allure spéciale et personnelle pour chaque sujet examiné. L'électrocardiogramme est quelque chose de presque aussi caractéristique pour chaque individu que sa signature ou ses empreintes digitales : il pourrait, au besoin, servir à identifier la personne qui l'a fourni. Ce n'est pas la première fois que l'on signale l'existence d'une caractéristique individuelle dans un phénomène physiologique. On sait depuis longtemps que les courbes de fatigue, telles que les fournit l'ergographe de Mosso, présentent la même particularité : ici aussi la personnalité du sujet en expérience imprime à la courbe une allure caractéristique.

2. *Enregistrement des bruits du cœur.* — Les physiologistes et les cliniciens s'efforcent, depuis des années, de perfectionner les procédés qui permettent l'étude objective des bruits du cœur par leur enregistrement automatique. J'ai signalé, dans ma revue de l'an dernier, un mode d'utilisation du galvanomètre à corde imaginé par Einthoven pour l'inscription des bruits du cœur.

Marbe[1] a décrit presque en même temps un pro-

[1] *Onderzoek. Leiden* (2 R), t. VI, p. 106.

[1] *Arch. f. d. ges. Physiol.*, t. CXX, p. 205.

cédé d'enregistrement des bruits du cœur basé sur un principe différent. Une capsule spéciale, présentant quelque analogie avec celle du cardiographe de Marey, est appliquée à la surface extérieure du thorax, du côté gauche du sternum, au niveau du troisième espace intercostal. La capsule est intercalée sur le trajet de la conduite de gaz qui alimente une flamme manométrique de König. A chaque pulsation du cœur, les vibrations de la paroi thoracique correspondant aux bruits du cœur agissent, par l'intermédiaire de la membrane en caoutchouc de la capsule, sur le débit du gaz qui alimente la flamme. Celle-ci exécute donc, à chacun des bruits du cœur, une série d'oscillations ou de vibrations. Marbe obtient l'enregistrement direct des oscillations de la flamme sans avoir besoin de recourir à la photographie. A cet effet, la pointe de la flamme est légèrement écrasée contre une bande de papier mise en mouvement par l'appareil enregistreur. Le noir de la flamme qui se dépose laisse sur la bande une trace rectiligne et uniforme, tant que la flamme reste immobile. Dès que la flamme vibre, ses vibrations s'inscrivent pareillement sous forme de trace ondulée, dont chaque bec ou sommet correspond à une vibration. L'appareil peut servir à enregistrer fidèlement les vibrations d'un diapason, celles de la membrane du téléphone, etc.

O. Weiss et Joachim[1] ont étudié les sons de faible intensité, notamment les bruits du cœur, en transmettant leurs vibrations à une lame mince constituée par de l'eau de savon. Les excursions de la lamelle savonneuse sont enregistrées par la photographie. O. Weiss a donné le nom de *phonoscope* à un appareil basé sur ce principe.

Les bruits du cœur ne correspondent pas à des vibrations rigoureusement isochrones. Le nombre de vibrations varie de 66 à 166 à la seconde. L'intervalle qui sépare le début de deux bruits correspond à 0"285. Le début de la pulsation carotidienne retarde de 0"067 à 0"077 sur le premier bruit. La position des deux bruits ne serait pas constante par rapport aux inflexions du cardiogramme.

H. Gerhartz vient de décrire également[2] un procédé d'enregistrement photographique des vibrations d'une membrane élastique actionnée par les bruits du cœur.

3. *Nature de la pulsation cardiaque.* — Stassen, Schmidt-Nielsen, etc., ont montré dans mon laboratoire que, si l'on provoque chez le chien une pulsation supplémentaire, ou extrasystole, par excitation directe du cœur pendant l'arrêt dû à l'excitation du pneumogastrique, la pulsation débute à l'endroit excité et se propage de là à la façon d'une onde aux autres parties du cœur. En portant l'excitation artificielle à la pointe d'un ventricule, on obtiendra une pulsation à *rythme renversé*, la systole des oreillettes faisant suite à celle des ventricules au lieu de la précéder. Ces faits ne cadrent pas bien avec la théorie neurogène de la pulsation, qui suppose que la pulsation du cœur est due à l'excitation d'un centre nerveux automoteur et coordinateur du cœur. Dans cette théorie, l'extrasystole, provoquée par excitation de la surface du cœur, doit être assimilée à une espèce de réflexe ayant pour centre les ganglions automoteurs, et pour point de départ l'excitation de nerfs sensibles de la surface du cœur. On ne voit pas pourquoi la contraction réflexe du myocarde débute toujours à l'endroit excité; tandis que, si l'on se place au point de vue myogène, qui assimile la pulsation cardiaque à une onde de contraction, cette localisation du point de départ de la pulsation est toute indiquée.

Stassen et Schmidt-Nielsen étaient arrivés aux résultats précédents en enregistrant les phénomènes mécaniques dont les deux étages du cœur sont le siège au cours de la pulsation provoquée. Ces conclusions ont été confirmées par les études de Nicolai et de Rehfisch. Ces expérimentateurs ont pris l'électrocardiogramme comme indice du sens dans lequel se propage l'excitation dans le cœur. Ils ont constaté que l'électrocardiogramme présente une allure inverse suivant qu'on provoque l'extrasystole par excitation du ventricule droit ou par celle du ventricule gauche. Ici aussi le sens de la propagation de l'excitation dans le myocarde dépend de l'endroit excité, comme le suppose la théorie myogène.

4. *Période réfractaire de la pulsation cardiaque.* — On sait en quoi consiste la période réfractaire ou inexcitabilité périodique du cœur. Une excitation atteignant le cœur pendant la durée d'une contraction, ou systole, reste sans effet, le cœur étant à ce moment inexcitable et réfractaire aux stimulants. Carlson[1] a cherché à déterminer la part qui revient aux éléments tant nerveux que musculaires dans la production du phénomène de la période réfractaire. Il s'est adressé au cœur de *Limulus*, où les ganglions cardiaques sont anatomiquement séparables des muscles. L'inexcitabilité temporaire pendant la durée d'une pulsation spontanée ou provoquée serait, d'après lui, une propriété appartenant à la fois aux ganglions et aux muscles du cœur de *Limulus*. Le dernier point, surtout, paraît

[1] *Arch. f. d. ges. Physiol.*, t. CXXIII.
Zeits. f. exp. Path. u. Ther., t. V, p. 105.

[1] *Amer. Journ. of Physiol.*, t. XVIII, p. 71.

bien établi par les expériences d'excitations artificielles du muscle cardiaque isolé des éléments nerveux. Un cœur de tortue, isolé et conservé vivant pendant six jours, montre jusqu'à la fin la *période réfractaire*. Or, on peut vraisemblablement admettre que les éléments nerveux meurent dans ces conditions avant les éléments musculaires. Dans les derniers stades de l'expérience, la période réfractaire doit donc être mise sur le compte du muscle cardiaque même.

5. *Action anticoagulante de l'hirudine.* — Le physiologiste est obligé, dans un grand nombre d'expériences, de pratiquer des ouvertures dans les vaisseaux et de mettre les parties métalliques ou autres des instruments d'étude en contact direct avec le sang qui y est contenu, d'où le danger de coagulations et de dépôts de fibrine à la surface de ces corps étrangers. Lorsque les appareils sont greffés latéralement sur un vaisseau, en cul-de-sac si l'on peut dire, comme c'est le cas pour les manomètres enregistreurs, il n'y a souvent que demi-mal. On remplit les parties creuses de l'appareil au moyen d'une solution anticoagulante (carbonate de soude par exemple), qui s'intercale entre le sang et le mercure ou les parties métalliques. Mais, lorsque l'appareil doit être intercalé sur le trajet d'un vaisseau et traversé lui-même par le courant sanguin, comme c'est le cas dans les compteurs destinés à mesurer le débit du sang, il devient nécessaire de suspendre la coagulation dans la masse entière du sang de l'animal. Jusque dans ces derniers temps, le procédé le plus employé consistait à injecter au préalable, à l'animal destiné à l'expérience, une dose appropriée de propeptone (20 à 30 centigrammes de propeptone Grubler par kilog d'animal). Dans ces conditions, l'incoagulabilité du sang se maintient pendant plusieurs heures. Malheureusement, la propeptone Grubler est un véritable poison, qui exerce son action perturbatrice précisément sur les conditions mécaniques de la circulation. la propeptone provoque une paralysie vaso-motrice, d'où résulte une chute énorme et assez durable de la pression artérielle. Cette chute de pression avait, d'ailleurs, été observée également lorsqu'on remplaçait la propeptone par d'autres substances anticoagulantes.

Parmi ces dernières, l'hirudine mérite une mention spéciale. Les médecins savent depuis longtemps que les petites hémorragies résultant de la morsure des sangsues s'arrêtent difficilement, et que le sang avalé par ces dernières ne se coagule pas dans leur corps, mais y reste longtemps fluide. Haycraft (1884) a découvert la raison de ces phénomènes. Il a montré que la salive de la sangsue médicinale contient une substance particulière, voisine des albumoses et qui jouit de la propriété d'empêcher la coagulation du sang tant *in vivo* qu'*in vitro*. Cette substance a été préparée à l'état de pureté par Jacobj (en 1904). Il lui a donné le nom d'*hérudine* ou *hirudine*. Il faut environ 24 milligrammes d'hirudine, correspondant à 3 têtes de sangsue, par kilog d'animal pour obtenir l'effet anticoagulant.

Von Hertzen et Oehmann[1] ont fait une étude systématique de l'action physiologique de l'hirudine. Comme leurs devanciers, ils ont constaté une chute de pression sanguine assez notable après l'injection intraveineuse d'hirudine. Mais, à l'inverse de ce qui se passe pour l'action de la peptone, cette chute de pression dure à peine quelques minutes. Au bout d'un temps fort court, l'animal se retrouve dans des conditions absolument normales au point de vue des particularités mécaniques de la circulation, de la teneur des gaz du sang, etc.

Dorénavant la substitution de l'hirudine à la propeptone s'impose dans toutes les expériences où l'on doit éviter la coagulation du sang. Grâce à ce progrès technique, les physiologistes vont pouvoir reprendre, dans des conditions particulièrement favorables, l'étude du débit du sang dans les vaisseaux, de la circulation croisée entre deux animaux, de la circulation artificielle au moyen de sang non défibriné, etc.

Ajoutons que l'on trouve dès à présent dans le commerce l'hirudine toute préparée (par la firme E. Sachsse u. C° de Leipzig-Reudnitz).

6. *Réseaux nerveux périphériques vaso-moteurs.* — On sait que la section des nerfs vaso-constricteurs d'une région déterminée provoque, dans tout le domaine de leur distribution, une dilatation de la paroi des petites artères. Le tonus vasculaire y est supprimé parce que les innervations vaso-constrictrices qui s'exerçaient continuellement pendant la vie ne sont plus transmises à la tunique musculaire des artères. Cependant, la perte du tonus vasculaire n'est pas irrévocable : au bout d'un certain temps, les artères d'abord paralysées se rétrécissent peu à peu. Elles reviennent à leur état de demi-contraction normale et reprennent la faculté de varier leur calibre dans certaines conditions physiologiques, par exemple sous l'influence de la chaleur ou du froid.

Les physiologistes ne sont pas d'accord sur le mécanisme du rétablissement du tonus vasculaire après suppression des liens nerveux entre les vaisseaux et le système nerveux central. Pour les uns, la fonction nerveuse remplie originairement par le système nerveux central est reprise, dans ce cas, par les plexus nerveux périphériques qui entourent les artères. Ces plexus fonctionneraient comme de

[1] *Skandin. Arch. f. Physiol.*, t. XX, p. 1.

petits ganglions, comme des centres périphériques. D'autres biologistes, se basant principalement sur le peu de développement anatomique et la rareté des éléments nerveux dans la paroi des artères, préfèrent investir directement les fibres musculaires de la tunique moyenne des artères des fonctions nerveuses qui étaient remplies par les centres cérébro-spinaux avant la section des nerfs.

Eugling[1] a cherché à résoudre cette question par l'étude des changements histologiques que présentent les plexus nerveux contenus dans les parois artérielles après la section des nerfs vasculaires. Ses expériences et ses observations ont été exécutées sur l'oreille du lapin et sur les membres postérieurs de la grenouille. La méthode au bleu de méthylène permet de suivre les phases successives de la dégénérescence qui envahit les réseaux nerveux artériels après section des troncs nerveux correspondants. Cette dégénérescence est des plus marquées et va jusqu'à la disparition totale ou presque totale de ces réseaux. En même temps, l'excitation artificielle du bout périphérique des troncs nerveux coupés perd la faculté de provoquer la contraction vasculaire locale. Ces réseaux nerveux représentent donc de simples prolongements du système nerveux cérébro-spinal, et non des centres autonomes. Ils ne jouent aucun rôle dans le mécanisme du rétablissement du tonus artériel périphérique après section des troncs nerveux, ni dans la suspension de ce tonus sous l'influence de l'empoisonnement par le nitrite d'amyle.

II. — Respiration

1. *Apnée par respiration forcée.* — On sait que l'activité du centre nerveux qui préside aux mouvements respiratoires du thorax est réglée à chaque instant par la teneur des gaz du sang artériel. Chaque fois que le sang qui nourrit le centre respiratoire devient plus veineux, c'est-à-dire plus pauvre en oxygène et surtout plus riche en acide carbonique, il en résulte une stimulation plus forte du centre, d'où une exagération en profondeur des mouvements respiratoires. La surartérialisation du sang (c'est-à-dire l'augmentation de l'oxygène et la diminution de l'acide carbonique) produit un effet inverse : l'excitation du centre respiratoire est momentanément diminuée ou même supprimée. L'individu ralentit sa respiration ou même la suspend tout à fait. Il est en état d'*apnée*.

M. Vernon vient de faire une application intéressante de ces notions. On sait qu'il est impossible de retenir sa respiration volontairement pendant plus de trois-quarts de minute ; mais on peut notablement augmenter la durée de cette suspension respiratoire si l'on a soin de se mettre au préalable à l'état d'*apnée*, en exécutant systématiquement pendant quelque instants une série de mouvements respiratoires très profonds. Ces mouvements ont pour effet d'augmenter légèrement la provision d'oxygène du sang, mais surtout de diminuer très notablement sa teneur en acide carbonique. Dans les conditions ordinaires, M. Vernon n'arrive pas à dépasser 42 secondes de suspension respiratoire. Après une minute de respiration forcée, la suspension respiratoire atteint 2′21″ ; après 3 minutes de respiration forcée, elle atteint 3′21″ ; enfin, si la resration forcée a été continuée pendant six minutes, l'arrêt respiratoire consécutif peut atteindre 4′ 5″. Dans cette dernière expérience, M. Vernon atteint presque le record du monde, établi en 1898 par Miss E. Wallenda. Miss Wallenda, après s'être mise en état d'apnée, était restée sous l'eau 4′ 45 1/2″. On sait que les plongeurs arabes de Ceylan employés aux pêcheries des huîtres perlières ne restent pas plus de 90″ sous l'eau.

Vernon, reprenant les expériences de Hill et Pluck, a constaté que, si l'on fait, à la fin de la période préparatoire d'apnée, quelques inhalations profondes d'oxygène pur au lieu d'air, on peut *doubler* la durée du temps de l'arrêt respiratoire consécutif. Après 1 minute de respiration forcée, quelques respirations d'oxygène lui permettaient de retenir la respiration 4′ 18″. Après 3′ de respiration forcée et oxygénation consécutive, la suspension respiratoire atteignait 6′ 34″. Enfin, si la respiration forcée avait été prolongée pendant 6′, la suspension respiratoire atteignait la valeur énorme de 8′ 13″.

L'oxygène rend donc le centre respiratoire moins sensible à l'action stimulante de CO^2 et lui permet de résister plus longtemps à cette excitation.

Ajoutons que la respiration forcée produit une sensation de malaise tellement pénible que beaucoup de personnes ne peuvent la prolonger pendant plus de 2 à 3 minutes. Elles éprouvent des sensations de fourmillement et d'engourdissement dans les pieds et se sentent tout étourdies et prêtes à perdre connaissance.

2. *Choc opératoire.* — C'est, paraît-il, la diminution exagérée de la tension de CO^2 dans nos tissus qui cause ces malaises. On sait que Mosso considère le mal des montagnes comme dû également à la diminution de tension de CO^2, d'où le nom d'*acapnie* qu'il lui a donné. Cette théorie n'a pas rencontré l'adhésion générale.

Henderson[1] vient de proposer une explication analogue pour le *choc* opératoire qui se montre dans

[1] *Arch. f. d. ges. Physiol.*, t. CXXI.

[1] *Amer. Journ. of Physiol*, t. XXI, p. 126.

les opérations graves, où l'on met à nu la moelle épinière, le cerveau, etc. Il admet que les organes exposés à l'air se dépouillent trop complètement de leur CO^2. Une certaine dose de CO^2 serait nécessaire au fonctionnement des centres nerveux et la tension de ce gaz ne pourrait sans danger s'y abaisser en dessous d'une certaine limite. Il a réussi à provoquer chez les chiens en expérience tous les phénomènes physiologiques du choc opératoire, rien qu'en pratiquant une ventilation exagérée du poumon et, par suite, un abaissement de la tension de CO^2 dans le sang et les tissus.

3. *Respiration des Poissons.* — La respiration des Poissons a été récemment étudiée avec détails par un assez grand nombre de physiologistes: Kuiper, Westerlund, Lumbroso, Calugareanu, Babák et Dédek. Kuiper[1] constate, comme Westerlund[2], que les mouvements respiratoires des poissons ne sont pas d'origine réflexe. Ils sont provoqués et réglés par l'activité automatique d'un centre cérébro-spinal fonctionnant d'une façon analogue au centre respiratoire des Vertébrés supérieurs. U. Lumbroso[3] plonge des barbeaux et d'autres poissons d'eau douce dans de la vaseline liquide ou de l'huile d'olive. Il constate la persistance des mouvements respiratoires. Le contact de la branchie avec l'eau n'est donc pas une condition *sine qua non* pour la production de ces mouvements. L'auteur étudie les différents facteurs qui modifient le mécanisme des mouvements respiratoires. Winterstein[4] constate que les poissons *Leuciscus* supportent une diminution notable de la tension de l'oxygène dans l'eau qui sert à leur respiration. Il faut abaisser cette tension jusqu'à 1,5 % d'une atmosphère pour amener l'asphyxie et la mort. Par contre, le poisson est assez sensible à l'action de CO^2. Une tension de CO^2 de 11 % d'une atmosphère est suffisante pour paralyser le *Leuciscus*. Le *Cyprinus Carassius* est plus résistant et supporte 30 % de CO^2.

La dyspnée par manque d'oxygène ou excès de CO^2 pousse l'animal à venir à la surface de l'eau avaler des bulles d'air. Ces bulles ne passent pas à travers les branchies comme on le croit généralement; elles servent seulement à aérer l'eau contenue dans la cavité buccale.

L'auteur a imaginé un dispositif ingénieux qui lui permet de jauger le volume d'eau qui traverse les branchies du *Leuciscus*. Chaque mouvement respiratoire pousse 0,5 à 0,6 centimètres cube d'eau à travers les branchies, ce qui fait 3.000 à 4.000 centimètres cubes par heure. Le *Leuciscus* utilise jusqu'à 68 % de l'oxygène dissous dans l'eau. La consommation de l'oxygène est, chez les Poissons comme chez les Vertébrés aériens, indépendante des variations de la pression partielle de l'oxygène, à condition que cette tension ne soit pas abaissée en dessous d'une certaine limite.

On sait que l'intestin joue un rôle important dans la respiration de la Loche (*Cobitis fossilis*). Calugareanu[1] a constaté que la structure de la paroi intestinale se rapproche, chez ce poisson, de celle du poumon des vertébrés supérieurs en ce qui concerne les rapports de l'épithélium avec les capillaires sanguins. Cependant, l'intestin ne peut suffire seul aux besoins respiratoires de l'animal; l'absorption d'oxygène est suffisante dans ce cas, mais l'élimination de CO^2 n'est pas assez complète. C'est la respiration cutanée qui joue le principal rôle dans l'élimination de ce gaz. Aussi, les respirations cutanée et intestinale s'exerçant simultanément suffisent pour maintenir l'animal en vie. L'auteur a imaginé des procédés expérimentaux qui lui permettaient d'exclure à volonté telle ou telle forme de respiration: cutanée, branchiale ou intestinale. Babák et Dédek[2] ont étudié également la respiration chez le *Cobitis* et le *Polycacanthus opercularis*.

III. — Systèmes nerveux et musculaire.

1. *Électrovagogramme.* — L'excitation des nerfs, celle des muscles se marque, comme on sait, par un phénomène électrique que du Bois-Reymond appelait *variation négative* et qui porte actuellement le nom de *courant d'action*. Il n'est pas difficile de démontrer l'existence de ces courants d'action quand on soumet un nerf ou un muscle à des excitations artificielles maximales. Mais le fonctionnement normal physiologique des nerfs se fait d'une façon plus discrète: l'organisme travaille avec un minimum de dépense. Les excitations qui cheminent normalement le long des nerfs sont loin d'être maximales et les courants d'action qui les accompagnent sont extrêmement faibles. La boussole de Wiedemann était incapable de les déceler. Tout au plus l'électromètre capillaire avait-il, dans quelques cas exceptionnels, réussi à en démontrer l'existence. Heureusement l'électromètre à corde, dont il a été question plus haut, est un appareil d'une exquise sensibilité. Il a permis à Einthoven[3] de constater, dans le tronc du pneumogastrique de l'animal vivant, l'existence de variations

[1] *Arch. f. d. ges. Physiol.*, t. CXVII, p. 1.
[2] Voir revue de l'an dernier, p. 111.
[3] *Rendic. Ac. Lincei*, t. XVII, p. 867.
[4] *Arch. f. d. ges. Physiol.*, t. CXXV, p. 99.

[1] *Arch. f. d. ges. Physiol.*, t. CXX, p. 425.
[2] *Arch. f. d. ges. Physiol.*, t. CXIX, p. 483.
[3] *Arch. f. d. ges. Physiol.*, t. CXXIV, p. 246, et *Quart. Journ. of exper. Physiol.*, t. I.

électriques périodiques, dont les unes correspondent aux excursions respiratoires du poumon et les autres aux pulsations cardiaques. Les variations électriques respiratoires étaient déjà connues par les travaux de Lewandowsky, Alcock et Seemann. Chaque variation respiratoire présente une phase allongée répondant à l'inspiration et une phase plus courte répondant à l'expiration. On peut provoquer artificiellement ces phases électriques dans le tronc du vague, en réalisant mécaniquement soit l'insufflation (inspiration), soit le retrait (expiration) du poumon. Elles correspondent à l'excitation physiologique des fibres pulmonaires d'inspiration et d'expiration de Hering et Breuer.

De même, les variations électriques cardiaques du pneumogastrique correspondent à une excitation centripète émanant de la pulsation cardiaque. Ces variations disparaissent momentanément si l'on arrête le cœur par excitation du bout périphérique de l'autre pneumogastrique. Elles constituent un fait nouveau du plus haut intérêt.

2. *Système nerveux autonome.* — Comme je l'ai exposé dans ma revue annuelle, parue ici même en 1906[1], beaucoup d'anatomistes et de physiologistes ont accepté de réunir, à l'exemple de Langley et de Gaskell, sous le nom de *Système nerveux autonome*, l'ensemble des nerfs viscéraux qui président à l'innervation des muscles lisses de l'œil, du tube digestif, de la rate, des organes génito-urinaires, des vaisseaux, du cœur et des glandes. Ce *système autonome* comprend, outre la totalité du système nerveux grand sympathique, un certain nombre de rameaux appartenant au système nerveux cérébro-spinal, provenant de l'oculomoteur commun, du glosso-pharyngien, du pneumogastrique, etc.

Ce système nerveux tire son origine de quatre portions du système nerveux central, par des fibres qui y ont leur cellule d'origine. Ces fibres et ces cellules constituent le premier neurone ou *neurone central*. Ces fibres, dites *préganglionnaires*, se mettent en relation à la périphérie avec des cellules nerveuses ganglionnaires situées en dehors du système nerveux cérébro-spinal. Ces cellules nerveuses constituent le point de départ d'un second neurone, ou *neurone périphérique* ; elles émettent des fibres, dites *post-ganglionnaires*, qui se rendent directement aux organes périphériques innervés par le système nerveux autonome. Fröhlich[2] et Lœwi ont fait une étude systématique des conditions du fonctionnement du système nerveux autonome. Gaskell et Langley avaient montré que la nicotine excite d'abord, puis paralyse les cellules ganglionnaires (neurone périphérique) de tout le système autonome, qu'il appartienne ou non au grand sympathique. Fröhlich et Lœwi ont constaté quelques différences dans l'action de plusieurs autres poisons, suivant qu'il s'agit du système nerveux grand sympathique ou de la partie non sympathique du système nerveux autonome. L'action n'est pas la même non plus, suivant qu'on considère l'influence du poison par rapport aux fibres excitantes d'une fonction ou aux fibres d'arrêt. Le tableau suivant résume schématiquement les résultats des expériences :

LES FIBRES NERVEUSES EXCITANTES SONT		LES FIBRES NERVEUSES D'ARRÊT SONT	
excitées	paralysées	excitées	paralysées
I. *Nerfs autonomes non sympathiques.*			
Pilocarpine.	Atropine.	. . . . .	Nitrite de soude.
II. *Nerfs sympathiques.*			
Adrénaline.	Ergotoxine.	Adrénaline.	. . . . .

Il ne faudrait cependant pas adopter ce schéma sans restriction : il comporte quelques exceptions. Ainsi l'atropine paralyse les fibres d'arrêt du système nerveux autonome du cœur. Elle ne paralyse pas les appareils moteurs du rectum et de la vessie.

Toutes ces expériences se rapportent à l'action des poisons sur les appareils nerveux périphériques post-ganglionnaires.

3. *Pneumogastrique et branche interne du spinal.* — On sait que le tronc cervical du pneumogastrique est formé non seulement par les filets radiculaires d'origine du Xe nerf cranien ou *pneumogastrique* proprement dit, mais aussi par une partie des filets d'origine du XIe nerf ou *spinal*, la branche interne du spinal se jetant tout entière dans le pneumogastrique. Quelle est la part respective de la Xe et de la XIe paires dans la distribution périphérique des différentes branches du pneumogastrique? Les expériences physiologiques d'excitation, de section, d'arrachement avec observation ultérieure de dégénérescence, sont fort délicates à cause de la difficulté d'accès de la région où se trouvent les origines des deux nerfs. Aussi règne-t-il encore bien des incertitudes et des contradictions sur la détermination de l'aire périphérique de leur distribution.

Lesbre et Mignon[1] ont repris cette étude chez le

[1] *Rev. gén. des Sc.*, t. XVII, p. 601.
[2] *Arch. f. exper. Pathol.*, t. LIX, p. 34.

[1] *Journ. de Physiol. et Path. gén.*, t. X, p. 377, 415.

porc, qui se prête particulièrement à la solution de cette difficile question. En effet, chez le porc, la branche interne du spinal ne se réunit au tronc du pneumogastrique qu'à une distance notable du *foramen jugulare*, ce qui facilite singulièrement l'expérimentation. On peut résumer les résultats de leurs nombreuses et délicates expériences en une formule schématique très simple. Tous les effets moteurs et sécréteurs des pneumogastriques sont empruntés à la branche interne du spinal, appartiennent donc à la XIe paire. Le pneumogastrique proprement dit, ou X^e paire, remplit des fonctions purement sensibles, centripètes. Le spinal et le pneumogastrique se comportent donc vis-à-vis l'un de l'autre comme la racine motrice (spinal) et la racine sensible (pneumogastrique) d'un même nerf spinal.

4. *Théorie acoustique de la résonnance.* — Quand on ouvre la caisse d'un piano et qu'on enlève les étouffoirs, de manière à permettre aux cordes de la table d'harmonie de vibrer librement, on constate que chaque note chantée, chaque son émis dans le voisinage, provoque par résonnance la vibration de la corde qui est accordée pour le même son. La table d'harmonie répète tout ce qu'on lui chante. Helmholtz admettait que notre oreille interne contient un appareil de résonnance construit sur le même modèle. Dans cette théorie, les fibres ou cordes de l'organe de Corti (membrane basilaire), accordées chacune pour un son de hauteur déterminée, entrent en vibration par résonnance chaque fois que le même son leur est amené dans l'audition. A chacune de ces cordes vibrantes aboutit une fibre du nerf auditif qui a pour fonction de transmettre l'excitation aux centres psycho-acoustiques. L'appareil de résonnance nous permet de distinguer ainsi l'intensité et la hauteur des sons simples entendus; il nous permet aussi de reconnaître le timbre des sons, car il réalise l'analyse des sons complexes. Dans ce dernier cas, chaque composante du son complexe éveille la résonnance de la fibre accordée pour la même période.

Cette théorie a le grand mérite — comme d'ailleurs la théorie de Young-Helmholtz du fonctionnement de la rétine — de se maintenir strictement sur le terrain de la doctrine des énergies spécifiques des nerfs sensoriels, telle que l'a formulée Jean Müller. On sait que, d'après cette doctrine, chaque *qualité* d'une sensation suppose un appareil nerveux distinct. La qualité de la sensation est donc déterminée par l'individualité anatomique du nerf soumis à l'excitation : seule l'intensité de la sensation pourra présenter des variations suivant l'intensité de l'excitant qui agit sur une fibre déterminée.

Le défaut de la théorie, c'est qu'elle est pour ainsi dire invérifiable et qu'elle est construite en grande partie sur le terrain de l'hypothèse. Aussi les attaques ne lui ont-elles pas manqué, principalement parmi les acousticiens français.

Cependant cette théorie est si élégante, elle satisfait si bien au désir que nous avons de rattacher les faits particuliers à un petit nombre de principes ou de rubriques générales, que j'avoue ressentir une certaine satisfaction lorsque j'ai connaissance de faits nouveaux qui peuvent lui servir d'argument. Cette satisfaction, au fond antiscientifique, je l'ai éprouvée récemment à la lecture du travail de Wittmaack. L'auteur a pris cinq cochons d'Inde, les a soumis chaque jour pendant quatre semaines à l'action d'un son assourdissant d'une hauteur déterminée, ut[3] de 256 vibrations doubles, de manière à produire un ébranlement morbide de la région correspondante de leur organe de Corti. Les animaux furent sacrifiés au bout de quelques semaines : à l'examen histologique de l'oreille interne, on constata une destruction de l'organe de Corti, limitée à une portion circonscrite du second tour du limaçon. L'auteur rapproche ce fait de la dégénérescence que présente une partie du limaçon chez les vieillards, dégénérescence qui explique l'abaissement sénile de la limite de perception des sons aigus. Beaucoup de vieilles personnes n'entendent même plus la stridulation des grillons et des sauterelles, alors que, dans leur jeunesse, elles percevaient des sons notablement plus élevés.

5. *Labyrinthe acoustique.* — Les fonctions des canaux semi-circulaires et du labyrinthe acoustique ont été, dans ces derniers temps, l'objet de travaux intéressants et même de débats passionnés parmi les physiologistes. La place me manque pour traiter ce sujet avec l'ampleur qu'il comporte. Je me borne à signaler la magistrale monographie que lui a récemment consacrée un vétéran de la Physiologie et qui a été analysée ici même, dans la *Revue* du 15 mars 1909 (p. 230), par M. Wertheimer. L'illustre de Cyon[1] voit dans l'appareil des canaux semi-circulaires l'organe du sens de l'espace et du temps. Le sens du nombre est localisé dans l'organe de Corti (sens arithmétique et géométrique).

6. *Audition chez les animaux.* — a) *Chien.* Kalischer[2] et Seljonoï[3] ont constaté chez le chien un développement de la faculté d'apprécier la hauteur

[1] *Arch. f. d. ges. Physiol.*, t. CXVIII, p. 525, et *Das Ohrlabyrinth als Organ der mathematischen Sinne für Raum und Zeit*, Berlin, 1907.
[2] *Ber. d. preuss. Akad.*, 1907, t. I, p. 204.
[3] *Dissertation russe*, Saint-Pétersbourg, 1907.

des sons musicaux que l'on n'aurait jamais soupçonné. Kalischer avait, par exemple, dressé un chien à n'accepter un morceau de viande qu'avec accompagnement d'un son d'orgue ou d'harmonium d'une hauteur déterminée. Le chien devait refuser la nourriture quand on produisait un autre son. Il reconnaissait le son caractéristique du repas de viande dans un mélange de plusieurs sons et était également capable de le distinguer d'autres sons ne différant de lui que d'un demi-ton.

Seljonoï a fait des observations analogues en associant, chez ses chiens en expérience, certains sons ou bruits avec l'acte de manger. Au bout d'un certain temps, ces sons produisaient chez les chiens la salivation, à l'exclusion de tous les autres sons. Lui aussi a constaté que les chiens apprécient d'une façon très correcte l'intensité, la hauteur et le timbre des sons. La mémoire de ces sons persiste pendant assez longtemps, deux mois par exemple.

b) *Poissons.* Presque tous les physiologistes qui se sont occupés dans ces dernières années de l'audition chez les poissons les ont considérés comme totalement privés de ce sens. Les poissons seraient absolument sourds; et les anecdotes concernant les carpes ou autres poissons qui s'approchent de l'endroit où l'on sonne la cloche pour leur annoncer la distribution de leur repas, ne sont plus considérées comme démonstratives. Les poissons habitués à répondre au signal de la cloche le font encore quand on a retiré le battant et que la cloche ne produit aucun son. Ils sont donc guidés par un autre sens que l'ouïe. On remet à présent en doute ces conclusions. On fait observer que tous les poissons ne sont pas muets, qu'il en existe un assez grand nombre qui produisent des sons, ce qui fait supposer, par analogie, qu'ils ne sont pas tous sourds. Ils possèdent un rudiment d'appareil acoustique. Piepers a, d'ailleurs, fourni la démonstration directe de la mise en branle de cet appareil par des excitations acoustiques. L'excitation est révélée par son signe habituel, le développement d'une variation électrique ou courant d'action dans le nerf acoustique correspondant.

Sur quoi se base-t-on pour affirmer la surdité des poissons? Sur ce qu'ils ne réagissent pas quand on fait résonner un diapason dans leur voisinage ou qu'on leur joue un air de violon. Edinger[1] fait observer fort justement que ces expériences sont peu démonstratives : il faudrait, pour résoudre la question, soumettre les poissons à des excitations acoustiques analogues à celles qui peuvent les atteindre à l'état de nature dans leur vie de tous les jours, et éviter des excitants aussi anormaux que les sons de nos instruments musicaux. A ce compte, il faudrait également refuser le sens de l'ouïe au crapaud sonneur, à la rainette et autres batraciens chez lesquels les excitants sonores (coassement, chant printanier) jouent cependant un rôle indubitable comme moyen d'attraction sexuelle à l'époque des amours. Edinger rapporte les expériences de Böttger, fort démonstratives à cet égard. Les sons les plus variés et les plus intenses ne produisent aucun effet sur la rainette : on pourrait la croire sourde, et cependant elle réagit immédiatement quand on produit artificiellement dans son voisinage un son voisin comme hauteur de son coassement habituel. Elle s'approche alors dans la direction du bruit. Yerkes a constaté qu'il est pareillement impossible de provoquer chez la grenouille des réactions motrices en produisant les bruits ou les sons musicaux les plus variés. L'animal nous paraît sourd, et cependant Yerkes a pu démontrer, par une série d'expériences extrêmement ingénieuses, que, si les sons qui frappent l'appareil auditif, assez développé d'ailleurs chez la grenouille, paraissent la laisser indifférente, ces sons agissent cependant sur son organisme. Ils influencent certains réflexes dans le sens de l'inhibition, ils en favorisent d'autres. Von Thomassini a fait des expériences analogues chez les reptiles, qui semblent également, à l'observateur superficiel, dépourvus pratiquement du sens auditif.

Winterstein[1] a montré récemment que la faculté de réagir aux excitations acoustiques ne présuppose pas nécessairement l'existence d'un appareil auditif différencié, chez les animaux inférieurs. Il a fait à l'aquarium de Naples des observations et des expériences très démonstratives sur plusieurs Annélides tubicoles. Le *Spirographis Spallanzani* rétracte instantanément son élégant panache branchial et se retire dans son tube quand on fait résonner un sifflet dans son voisinage. Le même animal reste insensible à des chocs ou des ébranlements ondulatoires de l'eau, même assez intenses. L'*Hydroïdes pectinata* (Serpulide) rentre également dans son tube aussitôt que commence le concert de symphonie dans la promenade voisine de la *Villa nazionale* et n'épanouit à nouveau sa couronne de tentacules qu'après la dernière mesure du concert. A l'encontre d'autres annélides, les *Spirographis* et *Hydroïdes* sont privés de *statocystes* ou de tout autre appareil auditif.

Léon Fredericq,
Professeur de Physiologie
à l'Université de Liège.

[1] *Centralbl. f. Physiol.*, t. XXII, p. 1.

[1] *Centralbl. f. Physiol.*, t. XXII, p. 759.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

André (Ch.), *Directeur de l'Observatoire de Lyon.* — **Les Planètes et leur origine.** — 1 *vol. in-8° de 285 pages. (Prix : 8 fr.) Gauthier-Villars, éditeur. Paris,* 1909.

On retrouvera dans cet élégant ouvrage la profondeur des idées générales, la précision dans le détail et le sens critique aigu, qui ont fait la renommée du célèbre « Traité d'Astronomie stellaire ».

Après avoir fourni aux astronomes tant d'idées suggestives sur le monde immense des étoiles, M. André a cru devoir revenir à ce petit canton de l'Univers qui gravite autour de notre modeste Soleil. Rien, je crois, n'aurait pu répondre à un besoin plus pressant et plus actuel de la littérature scientifique. En effet, le système solaire connu s'est depuis un siècle enrichi de deux grosses planètes, treize satellites, et de centaines d'astéroïdes. Beaucoup de ces astres ont présenté des mouvements qui, jugés des anciens points de vue, ont paru anormaux ; en outre, la constitution physique de certaines planètes, Mars en particulier, a donné lieu aux annonces les plus sensationnelles et les plus surprenantes.

Il était devenu nécessaire, non seulement de synthétiser les résultats des nombreux travaux provoqués par ces faits, mais aussi d'en faire une critique d'ensemble suffisamment aiguë et objective pour fournir à la fois une idée générale de la constitution du système planétaire, et une indication motivée sur l'attitude qu'il convient d'observer à l'égard des nouveaux problèmes soulevés. C'est le but que vise et qu'atteint pleinement l'ouvrage actuel.

Il est divisé en trois parties : la première est consacrée aux planètes, la seconde aux satellites, la troisième à la formation du système planétaire.

Dans les neuf chapitres relatifs aux planètes, rien de ce qui peut intéresser le physicien ou le mécanicien n'a été oublié : la rotation des planètes, leurs températures superficielles, les résultats fournis sur leurs albedos par la photométrie, la nature des atmosphères et des surfaces sont étudiés complètement sous une forme concise et claire. Ce qui frappe surtout en lisant ces chapitres, c'est qu'ils sont éminemment suggestifs; c'est qu'en même temps qu'ils exposent des résultats, ils font surgir des questions nouvelles qui demain en soulèveront d'autres; c'est, en un mot, qu'ils n'instruisent pas seulement, mais qu'ils font penser.

De cette première partie du volume, trois études nous ont particulièrement charmé : elles sont relatives à Mars, aux astéroïdes, à Neptune.

Mars! Que d'enthousiasmes ce nom seul a déjà produits, dans les âmes mystiques et romanesques pour qui le but final de l'Astronomie est de savoir s'il y a des habitants dans la Lune... ou ailleurs. Heureuse planète dont tout ce que nous ne savons pas peut occuper un instant les gens du monde, alors que toutes les merveilles démontrées de l'Astronomie les laissent froids. Respectons ces enthousiasmes! Ils sont le fil unique et ténu qui maintient dans l'estime du public le prestige de l'Astronomie tout entière.

Ce n'est pas ici le lieu d'examiner si la question de la pluralité des mondes habités est aussi importante, pour nos progrès futurs dans le Savoir, que l'analyse spectrale par exemple. Nous ne voulons pas débattre non plus si, comme le dit quelque part Anatole France, la vie organisée n'est qu'une moisissure sur la pureté minérale des globes célestes, car sur de tels sujets toutes les hypothèses sont permises. Mais si nous examinons avec M. André quelles sont les bases positives qui permettent de croire à l'existence des fameux canaux de Mars, à leur merveilleuse rectitude, à leur gémination, à leurs variations colossales, nous sommes obligés de conclure avec lui : « La canalisation de Mars n'existe pas. » Il serait trop long d'exposer ici la discussion approfondie que fait M. André de tout ce qui a été publié sur ce sujet; mais force nous est d'avouer que, si sa critique est acérée, les arguments en sont irréfutables à l'heure qu'il est. Nous n'en citerons que trois entre beaucoup : 1° seuls les observateurs munis de lunettes faibles ou fortement diaphragmées ont cru voir des canaux sur Mars; les astronomes qui ont observé Mars avec de très grands instruments n'y ont, si paradoxal que ça puisse paraître, jamais vu rien qui ressemblât aux canaux, alors qu'en diaphragmant fortement les objectifs (ce qui augmente beaucoup la diffraction), ils arrivaient à voir des apparences de ce genre ; 2° il résulte d'expériences nombreuses et variées, faites sous la direction de Maunder, du regretté Newcomb, de Pickering, etc., qu'en observant à une distance assez grande un disque sur lequel on a dessiné des taches irrégulières (analogues à celles qu'on voit sur Mars avec de grands instruments), toutes les taches irrégulières paraissent réunies par des lignes rectilignes ; 3° dans toutes les cartes de Mars de Schiaparelli, tous les prétendus canaux sont en projection absolument composés de lignes droites, malgré la sphéricité de Mars. Malgré cela, certains partisans à toute force des canaux martiens ont cru triompher récemment en obtenant des photographies de Mars (de l'ordre de 1 millimètre de diamètre) sur lesquelles on aurait vu des apparences analogues à des canaux. A cela M. André répond fortement que les phénomènes de diffraction photographique ne sont pas d'une nature autre que la diffraction visuelle, et il publie à ce sujet, avec photographies à l'appui, des expériences fort curieuses, faites récemment par MM. Lumière, de Lyon, et qui démontrent clairement qu'en diminuant le pouvoir séparateur d'un objectif, celui-ci donne, à partir d'un certain moment, d'un objet constitué par des points séparés, une image où ces points sont réunis en lignes droites parallèles. M. André conclut, en toute rigueur : « Rien de ce que l'on a imaginé pour décrire le mode de vie intellectuelle et physique des habitants supposés de la planète Mars n'a aucun fondement de réalité. »

Et, si M. Todd ne s'est, malgré lui, pas trompé, lorsqu'il a écrit que « les aspects de Mars indiquent une œuvre humaine dont il n'est plus maintenant possible de douter », c'est que cette œuvre humaine n'est autre que celle de M. Todd et de ses confrères. Ces observateurs ont vu dans Mars des canaux par suite d'une illusion et d'une défectuosité d'optique, à peu près comme ils auraient pu y voir (qu'on me permette cette comparaison un peu vulgaire) trente-six chandelles, s'ils eussent heurté leur œil contre la bonette de l'oculaire.

Quant à la pluralité des mondes habités, c'est une question qui ne relève guère, à l'heure actuelle, que du calcul des probabilités.

Si je me suis étendu un peu plus que de raison (ce dont le lecteur voudra bien m'excuser) sur ce problème, qui n'occupe qu'une faible partie de l'ouvrage de M. André, c'est qu'il ne m'a pas paru inutile que le public scientifique, tout au moins, pût se faire à ce sujet une opinion motivée.

Le chapitre consacré par M. André aux petites pla-

nètes est particulièrement remarquable ; les variations d'éclat si mystérieuses de certains astéroïdes, que l'on étudie d'ailleurs actuellement à l'Observatoire de Lyon, y sont exposées et discutées, ainsi que toutes les questions relatives à la constitution, à la statistique et à l'origine des astéroïdes ; c'est dire que les remarquables études faites dans cet ordre d'idées par M. de Freycinet, M. Stroobant et surtout M. Jean Mascart y sont clairement exposées et synthétisées. Deux petites planètes ont été plus particulièrement étudiées par M. André, à cause de leur importance : d'une part, Eros, dont l'orbite fortement excentrique fait qu'elle est par moment beaucoup plus rapprochée de la terre que Mars elle-même, ce qui la rend précieuse pour une détermination plus précise de la parallaxe solaire; d'autre part, la planète 1906 TG, qui offre la particularité remarquable d'avoir une orbite presque identique à celle de Jupiter.

Dans le chapitre relatif à Neptune, M. André a réalisé ce joli tour de force d'exposer clairement, dans un style élégamment simple et sans aucun appareil mathématique, la méthode par laquelle Leverrier a découvert l'existence et la position de cette planète. On sera charmé par cet exposé qui rappelle, par sa manière, certaines pages où M. H. Poincaré explique au lecteur, joyeusement surpris de comprendre, la signification physique de la géométrie à quatre dimensions.

Tout ce qui est relatif aux satellites est également fort intéressant. Les données numériques et les enseignements qui s'en dégagent sont clairs, succincts et complets, ainsi que l'exposé des méthodes qui fournissent les masses des planètes et de leurs satellites. En ce qui concerne l'origine de ceux-ci, le dernier mot n'a sans doute pas encore été dit; cela ressort surtout d'un Mémoire fort important de M. See, paru il y a quelques jours seulement, et d'où résulterait, contrairement à toutes les idées acceptées, que les satellites, loin d'être des émanations des planètes autour desquelles ils gravitent, ont été, au contraire, capturés par elles.

M. André, avec une sagacité et une hauteur de vue qui donnent une envergure particulière à cette dernière partie de son ouvrage, examine enfin la formation du système solaire. L'hypothèse géniale de Laplace a paru un moment mise en défaut par la découverte, notamment, d'un satellite de Mars, Phobos, dont la révolution a une durée inférieure à la rotation de sa planète, par celle de la rotation rétrograde d'Uranus et de Neptune et de la révolution, également rétrograde, de leurs satellites. Les recherches de Roche, de Stratton, de Darwin, qui sont ici étudiées successivement, ont conduit à modifier et à compléter sur certains points la conception laplacienne.

Mais, comme le montre M. André, dont la conclusion est un bel hommage à la mémoire de Laplace, si, dans le monument que ce grand homme a édifié, quelques pierres ont dû être abbatues ou remplacées, les fondements grandioses en sont encore, aujourd'hui comme il y a un siècle, plus solides que le granit.

« *Les planètes* », ornées de nombreuses et belles illustrations, sont écrites dans une langue nerveuse, élégante, attique, malheureusement trop rare aujourd'hui dans les ouvrages didactiques.

M. André pense sans doute, comme les grands encyclopédistes du XVIIIe siècle, qu'il ne messied point à une divine liqueur d'être servie dans une coupe artistement ciselée. La Science, pour être belle, doit être nue, mais non pas décharnée.

CHARLES NORDMANN,
Astronome à l'Observatoire de Paris.

Feyrey (François). — **Les Oiseaux artificiels** (**L'idée aérienne. Aviation**). — 1 *vol. in-8° de 664 pages, avec 253 figures. Préface de* M. SANTOS-DUMONT (*Prix* : 12 *fr.* 50.) *Dunod et Pinat, éditeurs. Paris*, 1909.

2° Sciences physiques

Vigneron (Eugène), *Ancien Professeur et ancien Sous-Directeur de l'Ecole supérieure d'Electricité.* **Electrostatique.** — 1 *vol. in-8° raisin, de 127 pages avec 80 figures, de l'Encyclopédie électrotechnique.* (*Prix* : 2 *fr.* 50.) *Librairie des Sciences et de l'Industrie. L. Geisler. Paris*, 1909.

L'*Encyclopédie électrotechnique*, éditée par la Librairie des Sciences et de l'Industrie, se compose de 54 fascicules, traitant chacun une partie spéciale de la science électrique appliquée à l'industrie.

Le premier volume, que M. Vigneron a écrit dans un style précis et avec une rigueur toute scientifique, résume fort bien tout ce que l'on sait en Electrostatique. Là où nous voyons une note personnelle très intéressante à signaler, c'est dans la préface de l'ouvrage, où, sous le titre : « *Sur les bases des Théories scientifiques* », l'auteur expose très nettement le rôle respectif de l'expérience et de l'hypothèse dans les Sciences physiques. L'*Encyclopédie électrotechnique* ne pouvait débuter par un meilleur prologue.

G. DE LAMARCODIE,
Ancien Elève de l'Ecole Polytechnique.

Morel (Dr Albert), *Docteur ès Sciences. Professeur agrégé à la Faculté de Médecine et de Pharmacie de Lyon.* — **Précis de Technique chimique, à l'usage des laboratoires médicaux.** — 1 *vol. in-18 colombier* (*Collection Testut*) *de 832 pages, avec 160 figures et 2 planches.* (*Prix* : 9 *fr.*) *O. Doin et fils, éditeurs. Paris*, 1909.

Voilà enfin un livre excellent, très souhaité, très attendu de tous ceux — et ils sont légion — dont les études biologiques nécessitent à chaque instant des déterminations d'ordre chimique. L'ouvrage de M. Albert Morel deviendra vite pour eux un ami, par les services considérables qu'il leur rendra.

Sous le titre trop modeste de *Précis* (l'ouvrage fait partie de la Collection Testut), M. Albert Morel a écrit un véritable Traité d'Analyse, comprenant toutes les recherches de Chimie animale, depuis les éléments minéraux de l'organisme jusqu'aux protéides les plus élevées. Et c'est un Traité tout à fait moderne, non seulement par les méthodes, mais aussi par l'allure.

Ce n'est pas que nous manquions, dans le domaine de la Chimie biologique appliquée surtout aux sciences médicales, de précis, manuels, guides, ouvrages nombreux de rubriques diverses. Mais beaucoup sont médiocres, parce que les auteurs se bornent à se copier les uns les autres, et, parfois, dans les ouvrages de ce genre, certains détails trahissent l'inexpérience fatale de ceux qui désertent trop le laboratoire pour la bibliothèque.

Je ne saurais dire assez tout le plaisir qu'on éprouve, en ouvrant le livre de M. Morel, à ressentir la sensation inverse. Si aride qu'en soit, en apparence (mais non en vérité), le sujet, ce livre exhale un parfum de vie intense, de réalité; on sent que l'auteur a exécuté de ses mains toutes (ou presque toutes) les manipulations qu'il décrit; l'ouvrage n'a pas été compilé, mais vécu; il est né au laboratoire. C'est le labeur technique d'une jeune, mais déjà riche existence de savant, qui est condensé en ces huit cents pages.

Toutes les méthodes classiques ont été étudiées par l'auteur : on s'en aperçoit à la décision judicieuse qui fait choisir, entre les diverses variantes d'une méthode, le tour de main le plus sûr et le plus rapide, pour l'exposer en un langage précis et d'une élégante sobriété. Parmi les méthodes de premier plan, les plus importantes par les corps qu'elles étudient, ou les plus fréquentes dans l'application, beaucoup ont reçu de M. Morel des perfectionnements ingénieux, presque toujours orientés vers l'économie du temps pour la multiplication du travail. Si, dans l'ouvrage, on trouve çà et là cité le propre nom de l'auteur, ce n'est certes

pas par une hypertrophie de la personnalité, car je lui reprocherais plutôt trop de modestie, mais tout simplement parce que la science et la technique ont bénéficié largement déjà des travaux d'Albert Morel.

L'auteur a su mettre à profit les relations et les sympathies qu'il possède dans le monde scientifique, pour recueillir des indications de la bouche même des collègues plus familiarisés avec telle ou telle technique utilisée ou créée par eux pour leurs propres recherches. Quelques-uns même lui ont donné des notes écrites. On jugera par là du soin mis par M. Morel à remonter aux sources, et ceci suffit à qualifier l'ouvrage.

Le livre débute par un excellent chapitre consacré aux *Préliminaires*. La personne la plus novice apprendra à manipuler avec une parfaite correction, pourvu qu'elle se laisse guider par les conseils simples, mais précis de M. Morel, soit pour l'*extraction de substances définies*, soit pour les *opérations chimiques quantitatives*, soit pour les *mesures physiques* telles que la détermination des densités, des températures, du point de congélation, de la tension superficielle, de la viscosité, de la conductibilité électrique, du signe électrique des colloïdes, ou les examens ultramicroscopiques, spectroscopiques et spectrophotométriques.

Viennent ensuite l'*Alcalimétrie et Acidimétrie*, la *Détermination de l'extrait sec et le dosage de l'eau*, l'*Analyse des gaz;* puis les *Procédés de minéralisation totale*, suivis d'un chapitre précieux, *Recherche et dosage des éléments simples et de leurs combinaisons minérales*, qui constitue en somme un traité complet d'Analyse minérale qualitative et quantitative en ce qui concerne le domaine biologique.

L'auteur examine alors la *Caractérisation et le dosage des substances organiques inférieures de la série grasse;* il passe à l'*Etude de l'extrait éthéré* et à l'*Etude des lipoïdes de l'extrait alcoolique*; puis vient, sous le titre : *Différenciation et dosage des hydrates de carbone*, un grand chapitre très complet et très soigné.

Citons encore : *Séparation des substances protéiques*, puis *Extraction, caractérisation, dosage des principales substances protéiques*. Les deux chapitres qui suivent : *Etude de la constitution des molécules protéiques*, et *Caractérisation et dosage des acides amidés et de leurs dérivés existant dans les échantillons naturels*, méritent une mention toute particulière, comme émanant de l'une des plumes les plus autorisées qui soient en France. Les travaux d'Albert Morel, en collaboration avec le Professeur Hugounenq, sont à peu près les seuls, en effet, à poursuivre dans notre pays les recherches constitutionnelles sur les protéiques, dont la glorieuse initiative avait cependant auréolé le nom de notre Schützenberger, et à maintenir dignement la renommée de la science française, par leur précision et leur intérêt, en face des innombrables Mémoires fabriqués journellement dans les *usines* des E. Fischer ou des E. Abderhalden.

Mais nous n'avons encore décrit que les trois quarts de l'ouvrage. Il se continue par une série de chapitres rédigés avec une haute compétence. L'énumération seule suffit à en indiquer l'intérêt : *Extraction et caractérisation des ptomaïnes et des toxines*, — *Préparation et caractérisation des acides biliaires*, — *Préparation, caractérisation et étude de la constitution des principaux acides nucléiques*, — *Etude des corps puriques*, — *Etude des corps pyrimidiques*, — *Extraction des uréides autres que les corps puriques*, — *Préparation, caractérisation et dosage des pigments non protéiques*, — *Notions générales sur la caractérisation, la préparation et l'étude des ferments solubles*, — *Techniques chimiques à mettre en œuvre dans l'étude des ferments digestifs*, — *Etude des substances actives des glandes closes*.

Tous ces chapitres, comme les précédents, ne sont pas seulement des guides précieux à consulter au moment d'une recherche de laboratoire; M. Morel a trouvé le secret d'en rendre la lecture courante aussi facile qu'attrayante. Peut-être le louable souci d'être simple (et aussi, sans doute, la limitation de l'espace accordé par l'éditeur) ont-ils entraîné parfois l'auteur à supprimer, surtout dans les quelques techniques dont il n'a point l'habitude personnelle, certains détails jugés par lui surabondants et cependant fort importants : ce serait le seul reproche, léger, que j'aurais à lui faire.

Tel qu'il est cependant, et malgré son extérieur si modeste, on peut dire de ce livre que bien peu, dans notre littérature scientifique française, peuvent lui être comparés au double point de vue de la valeur intrinsèque et de l'utilité pratique. Ou je me trompe fort, ou il est destiné à marquer une date par son introduction dans l'*outillage* des laboratoires : tous les biologistes, tous les médecins soucieux du travail scientifique feuilleteront « le Morel », comme dans d'autres laboratoires on feuillette « le Frésénius », jusqu'à ce que l'usure rapide fasse à l'exemplaire surmené les glorieuses funérailles des bons serviteurs.

Dr L.-C. Maillard,
Professeur agrégé
à la Faculté de Médecine de Paris.

3° Sciences naturelles

Legendre (R.). — **Contribution à la connaissance de la cellule nerveuse (La cellule nerveuse d'Helix pomatia)** [*Thèse de doctorat ès sciences*]. — 1 *vol. de* 267 *pages, avec planches et figures. Paris*, 1909.

M. Legendre a choisi comme objet principal de ses recherches sur la cytologie, l'histophysiologie normale et pathologique de la cellule nerveuse, celle de l'Escargot, à cause de la taille de cette cellule, de la résistance aux actions pathologiques que la faculté d'hibernation confère à cet animal. Il a étudié les variations de structure observables pendant l'hibernation, l'activité estivale, l'asphyxie par immersion, etc., et les a comparées à celles qu'on connaît chez des Vertébrés et d'autres Invertébrés.

L'auteur n'est pas de ces histologistes qui, sans esprit critique aucun, décrivent et tiennent pour dignes d'être relatés tous les aspects qu'ils ont observés. Dans un avant-propos intéressant et original, il se met en garde contre les erreurs d'observation et de raisonnement qu'il ne faut pas commettre, c'est-à-dire contre les divers *artefacts* produits par les réactifs, les difficultés qu'on rencontre à fixer une cellule nerveuse dans un état physiologique donné, — le sommeil, par exemple, — les conclusions trop faciles à des rapports existant entre les états physiologiques ou pathologiques et les images histologiques, la confusion des langages psychologique et histologique.

La première partie du travail contient l'étude histologique de la cellule nerveuse, et successivement de sa morphologie externe, de la structure du noyau et du cytoplasme et de la névroglie. Chacun des chapitres de cette partie se termine par des conclusions partielles, dont quelques-unes méritent d'être signalées, parce qu'elles visent des points controversés de la cytologie nerveuse. Quant au noyau, la membrane nucléaire ne semble pas livrer passage à des particules figurées de substance nucléaire ou cytoplasmique; il existe des grains d'une substance faiblement acidophile que Legendre nomme chromatine; les nucléoles sont entièrement basophiles ou formés de deux substances, dont l'une basophile périphérique, l'autre acidophile centrale. Quant au cytoplasma, le centrosome n'existe pas; le réseau spongioplasmique semble identique au réseau neurofibrillaire; les canalicules de Holmgren sont pathologiques et sont un phénomène de neuronolyse. La névroglie est formée de cellules et de fibres; elle a normalement une fonction de soutien, et pathologiquement intervient pour la cicatrisation du tissu nerveux et sans doute aussi pour la destruction des cellules lésées.

La deuxième partie est consacrée à la physiologie et à la pathologie de la cellule nerveuse. L'auteur insiste une fois de plus sur la difficulté qu'il y a de déceler au

microscope des variations physiologiques normales : la veille, le sommeil, l'anesthésie, dans les cellules nerveuses. Ses recherches ont porté sur des Chiens anesthésiés, insomniques, inanitiés, séniles, sur des Escargots hibernants, éveillés, nourris ou jeûnants, asphyxiés, et sur d'autres animaux. Il divise les résultats en quatre chapitres : 1° nutrition ; 2° fonctionnement ; 3° pathologie ; et 4° mort de la cellule nerveuse. 1° Les altérations de nutrition, provoquées par les divers moyens employés par les expérimentateurs, consistent surtout en chromatolyse périphérique ou totale, en vacuolisations du protoplasma et des dendrites, parfois en un déplacement du noyau et du nucléole ; l'homogénéisation du noyau est une lésion plus grave ; les lésions des neurofibrilles sont plus difficiles à préciser. 2° Dans le chapitre du fonctionnement de la cellule nerveuse, l'auteur commence par se défendre d'avoir voulu dissocier, pour une autre raison que celle de la clarté de l'exposition, les phénomènes de nutrition de ceux du fonctionnement. Il examine les différentes théories proposées pour l'explication des phénomènes nerveux, celle de l'amœboïsme, celle de Dustin, à laquelle il reproche de ne pas tenir compte du chimisme cellulaire, puisqu'elle s'appuie sur une comparaison stricte de l'influx nerveux avec l'électricité, celle du fonctionnement glandulaire de la cellule nerveuse, qui a le tort de ne pas montrer d'autre produit de sécrétion que l'influx nerveux. Les conclusions de ce chapitre ne sont pas encourageantes. On y lit : « l'étude histologique des cellules nerveuses ne nous permet pas de constater les variations de leur activité normale ; l'étude du sommeil est impossible et celle de l'hibernation peu instructive ; les changements observés sont inégalement distribués dans les divers organes et dans les diverses cellules sans qu'on connaisse les causes de cette inégalité ; ils n'ont rien de spécifique, d'ailleurs, et sont les mêmes que dans les troubles de nutrition et aussi que dans les états pathologiques ; ils atteignent toutes les structures qui ont été systématiquement étudiées, et ne permettent de distinguer ni des substances fonctionnelles différentes des substances nutritives, ni des substances énergétiques différentes des substances conductrices. » 3° La distinction entre les états physiologiques et pathologiques de la cellule nerveuse est impossible. Les lésions cellulaires contrastent par leur banalité avec la grande variété clinique des maladies nerveuses, et la cellule nerveuse ne paraît pas avoir de réactions spécifiques aux divers agents morbides. L'auteur distingue cependant trois modes de dégénérescence survenant dans des circonstances différentes : la dégénérescence toxique ou inflammatoire avec neuronophagie, la dégénérescence atrophique, la dégénérescence pigmentaire ; 4° Quant à la mort de la cellule nerveuse, il n'en existe pas de signe histologique certain.

Dans une troisième partie, l'auteur expose et critique les théories relatives à la cellule nerveuse ; il penche vers la théorie du neurone, sans toutefois se prononcer catégoriquement.

La première et la seconde partie, la première surtout, sont accompagnées d'une abondante bibliographie et représentent un exposé très complet et tout à fait à jour de l'état de nos connaissances sur la structure et sur l'histo-physiologie normale et pathologique de la cellule nerveuse. On s'instruira beaucoup en les lisant.

A la fin de son travail, M. Legendre, après avoir conclu partiellement et spécialement à la fin de chacun des chapitres de sa thèse, est tourmenté du besoin de présenter une conclusion générale. Il ne voudrait pas que « la lecture de ce travail sans conclusion, où tant de questions sont soulevées sans que j'aie pu les résoudre, inspirât à quelque lecteur sceptique des réflexions comme celles que l'abbé Jérôme Coignard communique à son disciple Tournebroche » : à savoir que les microscopes et lunettes ne sont que des moyens d'aider les sens dans leurs illusions et de multiplier notre ignorance de la Nature. Que M. Legendre se rassure, ses conclusions partielles suffiront au lecteur ; leur sagesse même est un résultat dans une matière aussi sujette à controverse que la structure de la cellule nerveuse, dans un problème aussi troublé que celui de l'histophysiologie du système nerveux.

A. Prenant,
Professeur à la Faculté de Médecine de Paris.

4° Sciences médicales

Sabourin (Dr Ch.). — **Traitement rationnel de la Phtisie.** — 3e *édit.*, 1 *vol. in*-16 *de* 328 *pages.* (*Prix* : 4 *fr.*) *Masson et Cie, éditeurs. Paris*, 1909.

Il est hors de doute que les cures les plus solides de la Tuberculose pulmonaire sont dues, pour la plupart, à la discipline hygiénique que les malades *avertis* veulent bien suivre. Pour accepter de plein gré cette soumission à une véritable direction d'habitudes, il faut au malade une confiance entière en son médecin. Pour qu'il l'acquière, il faut encore que le malade comprenne bien ce que le médecin veut de lui. Un des plus graves échecs de la médecine professionnelle tient à ce que les médecins n'ont pas le temps suffisant pour « dresser » leurs malades. Alors il y a divergence fréquente entre le conseil et son application pratique. L'inestimable service que rend le Sanatorium est précisément d'apprendre au tuberculeux à se soigner : le bienfait moral prime tous les autres. Cette notion qu'une déjà longue expérience a dictée à M. Sabourin, il s'est efforcé de la généraliser. Il a voulu entretenir une communauté d'idées entre le médecin et le malade, en expliquant à l'un les raisons si diverses de l'action de l'autre.

La première partie de l'ouvrage est consacrée à la curabilité de la phtisie. M. Sabourin montre comment on devient phtisique, et met en relief ce principe étiologique si utile à retenir : « Nous devenons tuberculeux parce que nous nous trouvons à un moment donné, enfant, adulte ou vieillard, dans un état de déchéance organique qui fait de notre économie un terrain propre à la culture du bacille qui est partout autour de nous. Et cet état de déchéance, nous l'apportons en venant au monde, ou nous le devons à quelque maladie affaiblissante ou bien à la misère physiologique. »

M. Sabourin dit le nombre considérable de tuberculoses guéries. Il pourrait être plus grand encore, si on laissait à la guérison le temps d'être parfaite. La condition du succès thérapeutique réside dans le diagnostic précoce. L'auteur a résumé tous les moyens dont dispose la médecine actuelle pour l'établir avec certitude.

La seconde partie comprend le traitement même. Ici le lecteur peut, en réalité, profiter des mille détails que la pratique a pu enseigner à un médecin attentif et perspicace. Nous ne pouvons en faire une revue même sommaire. C'est aux intéressés de lire ce livre : ils feront bien d'en faire leur bréviaire, de le relire et d'en suivre les préceptes.

Sous la plume de M. Sabourin, ce petit livre a pris un charme particulier. Il se distingue par la clarté d'exposition, le bon sens lucide, et, surtout, par cette tendance à la généralisation, coutumière à l'auteur et qui transparaît presque malgré lui. Et encore, il a conservé l'allure convaincante et persuasive que jadis M. Sabourin savait mettre dans des œuvres de science plus spéculative et plus hautaine, qui nous firent regretter qu'il n'appliquât pas à la Science pure d'aussi rares facultés.

Au lieu de charmer des histologistes, M. Sabourin rend aujourd'hui un service direct aux malades. Oserai-je prétendre que nos regrets d'antan aient encore quelque raison ?

Dr A. Létienne.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 2 Août 1909.

1° Sciences mathématiques. — M. **Œ. Bergstrand** déduit des mouvements des deux satellites intérieurs d'Uranus que l'aplatissement de la planète est très probablement de l'ordre de 1/20 et sa durée de rotation de 13 heures; sa densité moyenne est de 0,16 par rapport à celle de la Terre. — M. **Ch. Lallemand** essaie de déduire la valeur de la rigidité du globe terrestre des mesures faites à Potsdam par le Dr Hecker sur deux pendules horizontaux disposés en croix; les valeurs trouvées diffèrent du simple au double dans les deux directions E.-O. et N.-S.

2° Sciences physiques.—MM. **A. Cotton** et **H. Mouton** montrent que la biréfringence magnétique des corps aromatiques n'appartient pas seulement aux liquides, mais aussi aux corps vitreux. Si l'on conserve l'hypothèse de l'orientation moléculaire, il faut admettre que, dans les corps vitreux, les molécules jouissent d'une certaine liberté d'orientation. — M. **P. Pascal** a vérifié l'additivité des propriétés magnétiques sur les composés organiques. Il détermine les susceptibilités moléculaires en fonction des susceptibilités des atomes qui composent la molécule. — MM. **G. Massol** et **M.-A. Faucon** ont déterminé la chaleur latente de fusion de l'acide propionique (23,35 cal. pour 1 gr.) et sa chaleur spécifique à l'état solide (0,728); elle est supérieure à sa chaleur spécifique à l'état liquide. — M. **G. Busignies**, en faisant réagir sur les cétones amidées ou amido-alkylées les dérivés magnésiens des halogénures d'alkyles, a obtenu des amines éthyléniques, qui peuvent fixer 2 H pour donner des composés saturés. — MM. **J. Courmont** et **Th. Nogier** ont constaté que les rayons ultra-violets ont un très faible pouvoir de pénétration à travers les liquides contenant des substances colloïdes; pour stériliser ces derniers, il faut opérer sur des couches extrêmement minces. — MM. **Dornic** et **Daire** ont employé avec succès les rayons ultra-violets à la stérilisation de l'eau employée pour le lavage du beurre de crème pasteurisée; on augmente ainsi de 3 semaines la durée de conservation des beurres. — M. **A. Barillé** montre qu'il existe dans le lait une combinaison carbonophosphatée facilement dissociable, que la pasteurisation décompose en déterminant une décalcification partielle en même temps qu'une déminéralisation phosphatée. — Mme **Z. Gruzewska** et M. **H. Bierry** ont constaté que le suc pancréatique normal agit moins énergiquement sur le glycogène et sur l'amylopectine que sur l'amidon; la digestion est plus rapide quand l'alcalinité du suc pancréatique a été neutralisée dans une certaine limite. — MM. **Em. Bourquelot** et **M. Bridel** ont hydrolysé le raffinose par l'invertine avec formation de lévulose et de mélibiose; ce dernier est dédoublé à son tour en glucose et galactose par l'émulsine, grâce à la mélibiase qu'elle contient. L'action de ces deux ferments peut être utilisée à la recherche du raffinose dans les végétaux; les auteurs l'ont ainsi décelé chez l'*Erythrina fusca* et chez l'*Entada scandens*.

3° Sciences naturelles. — MM. **J.-T. Florence** et **P. Clément** ont constaté que l'épileptique, en dehors des périodes d'attaques, oxyde la benzine en phénolsulfates plus énergiquement que l'homme normal; ce pouvoir oxydant est diminué en période d'attaques. — Mlle **P. Cernovodeanu** et M. **V. Henri** ont étudié l'action de la lumière ultra-violette sur la toxine tétanique : elle est proportionnelle à la concentration de la toxine, au carré de la durée, peu sensible à la température, indépendante de la présence de l'oxygène. Les rayons actifs sont inférieurs à $\lambda = 3.021$. — MM. **A. Laveran** et **A. Pettit** ont reconnu que, lorsqu'on injecte dans la cavité péritonéale d'une couleuvre à collier du sang riche en *Tr. Lewisi* ou en *Tr. Evansi*, les trypanosomes passent rapidement dans le sang de la couleuvre, pour disparaître au bout de quelques jours; mais rien ne permet d'affirmer que leur virulence est modifiée après passage par la couleuvre. — M. **P. Hariot** a fait quelques expériences sur la croissance des *Fucus*, qui le conduisent à admettre que cette croissance est plutôt lente. — M. **A. Guilliermond** a observé qu'en dehors de l'*Humaria rutilans*, aucune des autres espèces d'Ascomycètes qu'il a étudiées n'offre la seconde réduction numérique constatée par Fraser et Welsford au cours de la seconde ou de la troisième mitose de l'asque. — M. **J. Dareste de la Chavanne** esquisse l'histoire géologique et la tectonique de l'Atlas tellien de la Numidie orientale.

Séance du 9 Août 1909.

1° Sciences mathématiques. — M. **A. Denjoy** présente ses recherches sur les singularités discontinues des fonctions analytiques uniformes. — M. **Ch. Lallemand** essaie de concilier les deux modes principaux de détermination de la rigidité du globe, en faisant intervenir la considération des marées de l'écorce, qui auraient même amplitude que les marées océaniques et seraient les 2/3 des ondes théoriques calculées pour une Terre indéformable. Le coefficient de rigidité de la Terre serait de 6,3.

2° Sciences physiques. — M. **G. Gouy** a poursuivi l'étude de la couronne magnéto-anodique dans les tubes de Crookes. Tout obstacle y produit une sorte d'ondulation ou de zigzag, formée par une sinusoïde ou une ligne brisée, tracée sur un tube de force magnétique. — M. **J. Becquerel** a observé, sur les composantes magnétiques, polarisées circulairement, des bandes d'absorption des cristaux uniaxes, deux sortes de dissymétries d'intensités : l'une liée à la dissymétrie de positions, la composante la moins déplacée étant augmentée aux dépens de l'autre, l'autre consistant en un renforcement de la composante accélérée. — M. **H. Herchfinkel** a constaté que l'acide carbonique est décomposé en oxyde de carbone et oxygène par les rayons ultra-violets. — M. **Rosenstiehl** : De l'intervention de la pression osmotique en teinture (voir p. 683). — M. **E. Kohn-Abrest** décrit un procédé de dosage rapide de l'aluminium métallique, basé sur l'action d'un courant de H et de HCl à 300° qui entraîne tout l'Al métallique à l'état de chlorure. — M. **P.-L. Viguier**, par action de Br sur l'aldéhyde crotonique, a obtenu un dérivé bibromé, qu'on transforme par la méthode de Claisen en acétal $\alpha\beta$-bibromobutyrique; l'enlèvement de 2 HBr à ce dernier fournit l'acétal tétrolique $CH^3C{\equiv}C.CH\ (OC^2H^5)^2$, Eb. 163°-166°. — M. **H. Duval** a étudié l'action des agents de benzidination sur les hydrazoïques dérivés du diphényle, du diphénylméthane et du diphényléthane. — MM. **H. Labbé** et **G. Vitry** ont observé, chez le glycosurique et le diabétique, un indosé urinaire constitué par des substances qui ne se confondent ni avec les sucres habituels, ni avec l'indosé habituel, et peuvent, à ce titre, constituer un élément distinctif de la lésion. — M. **F. Landolph** a reconnu qu'à chaque espèce de glucosurie ou de diabète correspond, dans les urines, la présence d'un mélange de plusieurs espèces de sucres ou d'hydrates de carbone. — M. **X.**

Roques montre que l'oxydase qui existe dans la lymphe et le corps gras de la larve de *Limnophilus flavicornis*, très abondante pendant la fin de la vie larvaire, décroît très rapidement au début de la vie nymphale, pour repasser par un maximum qui coïncide avec les phénomènes de pigmentation, puis décroître définitivement.

3° Sciences naturelles. — MM. **J. Athanasiu** et **A. Gradinesco** montrent que la mort des animaux privés des capsules surrénales est due à l'arrêt des échanges entre le sang et les tissus. — M. **Rappin**, par l'injection intra-veineuse de bacilles de la tuberculose humaine et bovine modifiée par l'action de solutions de fluorure de sodium, a conféré aux animaux, en particulier aux Bovidés, une résistance manifeste à l'injection par voie intra-vasculaire du virus tuberculeux. — M. **J. Crolbois**, en ensemençant avec des ferments lactiques accoutumés les pulpes de distillerie et de sucrerie en fosse, en a fait disparaître l'odeur repoussante ; l'engraissement des animaux (bœufs) nourris avec ces pulpes a été hâté de près de 3 semaines à 1 mois. — MM. **A. Müntz** et **H. Gaudechon** ont constaté que l'humectation de la terre végétale desséchée dégage une certaine quantité de chaleur ; c'est l'argile et surtout l'humus qui interviennent dans ce phénomène ; il y a action de surface et aussi hydratation chimique. — MM. **D. Bois** et **C. Gerber** décrivent une maladie parasitaire du Cannellier de Ceylan, due à un Acarien nouveau, l'*Eriophyes Boisi*, qui provoque sur les feuilles la formation de deux sortes de pustules. Cette maladie, quoique commune à Ceylan, ne semble pas influer sur la valeur des écorces ; il n'en est pas de même à Java.

Séance du 17 Août 1909.

1° Sciences physiques. — MM. **H. Bodroux** et **F. Taboury** ont observé que les acétones de la série grasse qui possèdent dans leur molécule le groupement $CO.CH^3$ attaquent à l'ébullition le carbure de calcium et donnent naissance, par condensation avec élimination d'eau, à des acétones non saturées.

2° Sciences naturelles. — M. **Cl. Regaud** a étudié les mitochondries des fibres musculaires du cœur. Quel que soit le sens de la coupe, les chondriosomes apparaissent toujours comme des corps indépendants ; ils ne participent à la formation d'aucun réseau. — Mlle **El. Lazarus** a constaté que les limites d'acidité ou d'alcalinité entre lesquelles la bactéridie de Davaine peut se développer, ainsi que le degré de réaction auquel correspond l'optimum de la protéolyse, varient non seulement selon la race, mais encore selon la nature de la matière alimentaire. — M. **J. Dareste de la Chavanne** poursuit l'esquisse de l'histoire géologique et de la tectonique de l'Atlas tellien de la Numidie orientale aux temps néogènes.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 27 Juillet 1909.

MM. **Hansen** (de Bergen) et **Morisani** (de Naples) sont élus Associés étrangers de l'Académie.

M. **L. Guignard** présente un Rapport sur un travail de MM. **E. Perrot** et **A. Goris** relatif à la stérilisation des plantes médicinales. Les auteurs ont traité à l'autoclave par les vapeurs d'alcool les feuilles de plantes médicinales et ont reconnu que les feuilles ainsi stérilisées ne s'altèrent pas à l'abri de l'humidité et conservent sans modification les propriétés physiologiques qu'elles présentent à l'état frais. — MM. **P. Reynier** et **Masson** signalent un cas rare de sténose pylorique due à un lobule pancréatique aberrant ; le malade guérit par résection du pylore et gastro-entéro-anastomose. — M. **A. Netter** a observé, au cours de la récente épidémie parisienne, un cas de septicémie méningococcique sans méningite, qui guérit par le traitement sérothérapique. Cette septicémie s'est traduite par une fièvre d'allure continue ou rémittente accompagnée d'éruptions de caractère pétéchial ; cette forme est facile à méconnaître. D'autre part, l'auteur donne les résultats globaux de la sérothérapie antiméningococcique pratiquée chez 68 malades ; la mortalité a été de 12,5 %. Dans un cas, on a procédé à 22 injections.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 24 Juillet 1909.

M. **A. Maja** a observé que les injections d'émétique et d'atoxyl agissent sur le trypanosome du surra en donnant naissance à des formes d'involution. Les parasites attaqués par le poison viennent s'arrêter dans le foie pour y être détruits. — M. **P. Verdun** propose une nouvelle division des formes larvaires connues des genres *Allotrombidium* et *Trombidium*. — MM. **Gougerot** et **A. Blanchetière** ont constaté que les corps microbiens tués de *Sporotrichum Beurmanni*, bruts ou dégraissés et épuisés à l'alcool, reproduisent les lésions humaines dans tous leurs détails. — MM. **A. Blanchetière** et **J. Chevalier** n'ont pas rencontré de choline dans le pancréas et n'en ont trouvé que des traces dans la thyroïde. — M. **J. Chevalier** montre que l'hypotension déterminée par l'injection de choline et par celle d'extraits glandulaires ne se produit pas de la même façon. — MM. **A. Netter** et **R. Debré** signalent l'existence de liquides céphalo-rachidiens normaux, dépourvus de microbes, dans les formes atténuées ou abortives de la méningite cérébro-spinale ; par contre, dans ces cas, le sang agglutine le méningocoque. — M. **A. Fava** a constaté que le *Sporotrichum Beurmanni* donne lieu, par injection dans la chambre antérieure de l'œil du lapin, à des lésions gommeuses de l'iris ; dans le corps vitré, cet organisme produit de graves altérations des membranes profondes et du vitré même. — MM. **A. Gilbert** et **E. Chabrol**, par injection de substances toxiques et hypertension porte, ont provoqué des hémorragies pancréatiques et une stéatonécrose. — MM. **A. Gilbert** et **M. Villaret** montrent la possibilité de l'expulsion trans-hépatique, à contre-courant, d'une injection poussée dans les veines sus-hépatiques. — MM. **H. Labbé** et **V. Hancu** ont reconnu que, chez les goutteux, les échanges puriques sont réduits ; il y a en même temps une réduction dans l'oxydation purique. — MM. **F. Battelli** et **L. Stern** ont constaté que, dans la respiration accessoire des tissus, le quotient respiratoire est généralement assez bas ; l'absorption de l'oxygène est due à l'intervention de l'uricase et d'une oxydase. — MM. **J. E. Abelous** et **E. Bardier** ont observé une anaphylaxie manifeste chez le lapin et chez le chien à la suite d'injections successives d'urohypertensine. — M. **A. Besredka** montre qu'on peut empêcher la mort subite, produite par des injections répétées de sang dans la circulation générale, par l'injection préventive d'une faible quantité de même sang dans les veines. — MM. **P. Nicolle** et **E. Conseil** sont parvenus à communiquer la fièvre méditerranéenne au cobaye par inoculation sous-cutanée ou injection de cultures de *M. melitensis*. — M. **R. Laufer** a étudié l'influence du sucre et de l'alcool sur les courbes statiques ou d'endurance. — MM. **L. Morel** et **E. Terroine** ont mesuré l'action du suc pancréatique sur les glycérides. La vitesse de dédoublement décroît considérablement en passant de la tri- à la di- et de la di- à la monoacétine. — M. **M. Nicloux** a constaté qu'une certaine quantité de chloroforme absorbée par l'organisme pendant l'anesthésie disparaît, vraisemblablement par hydratation et saponification. — M. **L. Bazy** signale deux cas de salpingite ulcéreuse et végétante hémorragipare. — MM. **H. Busquet** et **V. Pachon** ont observé, chez le chien atropinisé, que le chlorhydrate de choline et le chlorhydrate d'adrénaline, injectés simultanément à dose convenable, peuvent additionner leurs effets hypertenseurs. — M. **L. Lapicque** donne une nouvelle définition expérimentale de l'excitabilité. — M. et Mme **L. Lapicque** préconisent l'estomac de la grenouille comme milieu pour l'étude de l'excitabilité

lente. — Mme **C. Phisalix** et **M. G. Dehaut** ont isolé le venin muqueux du Pélobate cultripède : c'est un poison stupéfiant, paralysant et diastolique, se rapprochant comme activité du mucus des crapauds et salamandres. — MM. **Imbert** et **Bonnamour** ont constaté la présence constante d'acétone dans les urines des diabétiques glycosuriques avant l'apparition du sucre, pendant la glycosurie et après sa disparition. — MM. **L. Babonneix** a reconnu que, dans le tétanos expérimental comme dans le tétanos humain, l'hyperexcitabilité électrique aux courants de fermeture comme aux courants d'ouverture manque constamment. — MM. **P. Nobécourt** et **Paisseau** ont observé, chez des lapins qui ont reçu des injections répétées de blanc d'œuf de poule par la voie gastrique ou par la voie rectale, des lésions rénales caractérisées surtout par la cytolyse protoplasmique. — M. **H. Iscovesco** a constaté que l'hépatocatalase est électropositive ; elle est détruite par le courant électrique. — M. **S. Marbé** montre que le corps thyroïde en ingestion influence la réaction des leucocytes et du sérum en augmentant l'acidité normale à la phtaléine de ces éléments ; cette acidité est due à un excès de CO^2.

RÉUNION BIOLOGIQUE DE MARSEILLE

Séance du 12 Juillet 1909.

M. **Abeille de Perrin** décrit un Ditomide nouveau de Syrie, caractérisé par la petitesse de sa tête et par son corselet cordiforme ; il le nomme *Aristus infans*. — M. **S. Costa** a observé une association du bacille fusiforme et du spirille de Vincent dans un cas de nécropyohémie. — M. **C. Gerber** a constaté que la présure de la belladone est fortement basiphile en présence des sels neutres des métaux alcalins, faiblement oxyphile et calciphile, fortement résistante à la chaleur. Les anomalies de localisation de la présure dans les diverses espèces de Solanées et dans les diverses régions d'un même membre s'expliquent par les anomalies de situation ou de développement du liber dans ces plantes. — MM. **Alezais** et **J. Livon fils** ont observé un cas de tumeur utérine à la suite de môle vésiculaire : il s'agissait d'un chorio-épithéliome. — MM. **Ed. Hawthorne** et **C. Juge** ont trouvé, sous l'épiderme du cobaye neuf soumis à la fulguration, un œdème lymphorréique, d'abord séreux, mais riche après quelques heures en leucocytes, surtout polynucléaires. La formule hémoleucocytaire du cobaye se caractérise par de l'hyperglobulie, de l'hyperleucocytose aux frais des polynucléaires surtout et aussi des lymphocytes.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

Séance du 20 Mai 1909.

MM. **J. O. W. Barratt** et **W. Yorke** décrivent une *méthode pour le détermination du volume total de sang contenu dans le corps vivant*. En principe, elle consiste à injecter dans le courant sanguin une quantité connue d'hémoglobine dissoute et à déterminer le degré de l'hémoglobinémie résultante. On peut ensuite calculer le volume du plasma sanguin, et à l'aide de la détermination hémocrite de la composition en volume du sang, on déduit la quantité totale de sang présente dans le corps vivant. L'hémoglobine employée est préparée avec les cellules rouges du sang du sujet en observation : on n'a observé aucun trouble chez ce dernier après l'injection de l'hémoglobine dissoute. La détermination de l'hémoglobine est généralement faite avec l'hémoglobinomètre de von Fleischl. — M. **J. Cammidge** présente des *observations sur l'urine dans les maladies du pancréas*. L'auteur a constaté que l'urine d'un malade souffrant d'une affection inflammatoire du pancréas, après précipitation de l'acide glycuronique, donne avec la phénylhydrazine un produit qui varie en quantité suivant l'intensité et le stade de la maladie. Les urines normales et celles qui proviennent de malades atteints d'autres affections ne donnent pas cette réaction. L'urine de trois chiens chez lesquels on avait provoqué expérimentalement une pancréatite aiguë ou chronique donne la réaction. Cette réaction est due à un sucre ayant les propriétés d'un pentose et donnant une osazone fondant à 178°-180°. La substance-mère n'a pu être encore isolée ; elle dérive probablement du pancréas, d'où elle passe dans le sang, puis dans l'urine. — MM. **E. F. Bashford** et **J. A. Murray** ont déterminé la *fréquence relative du cancer chez des souris d'âge connu*. On sait que le cancer est relativement fréquent chez les souris femelles, où il se transmet en quelque sorte « épidémiquement », à la façon d'une maladie infectieuse. Les auteurs ont observé un lot de souris d'âge connu et ont noté la date à laquelle les tumeurs apparaissent chez elles. Voici le résultat de leurs observations :

AGE	TOTAL	CANCER	POURCENTAGE
6-9 mois	135	3	2,2
9-12 —	110	4	3,5
12-15 —	94	7	7,4
15-18 —	21	3	14,2
18-21 —	6	2	33,3

On voit que la fréquence des cas de cancer augmente avec l'âge ; cette règle, déjà observée chez l'homme, se vérifie donc aussi pour les animaux à courte vie. Toute explication de l'étiologie du cancer devra ainsi s'accorder avec ce fait que, statistiquement, le cancer est une fonction de l'âge, et biologiquement une fonction de la sénescence. — **Sir D. Bruce**, MM. **A. E. Hamerton**, **H. R. Bateman** et **F. P. Mackie** : *Le Trypanosoma ingens n. sp.*

Séance du 27 Mai 1909.

M. **A. L. Dixon** : *Quelques résultats dans la théorie de l'élimination*. Dans de précédents travaux, l'auteur a donné des expressions, sous forme de déterminants, pour les éliminants de deux quantiques en une variable et de trois quantiques en deux variables. Le but du présent travail est de montrer comment, de ces expressions, on peut en dériver d'autres qui donnent les éliminants comme une somme de termes. — **Lord Rayleigh** : *Sur les oscillations dues à la marée sur un globe en rotation*. L'auteur développe d'abord la théorie des vibrations libres d'un feuillet de liquide rectangulaire plan, sous la seule restriction que la vitesse angulaire est relativement faible. Puis il passe au problème correspondant pour un océan sur un globe en rotation, limité par deux méridiens, mais sans grand succès. — M. **H. T. Barnes** : *La valeur absolue de l'équivalent mécanique de la chaleur en termes d'unités électriques internationales*. L'auteur fait remarquer que les piles de Clark employées dans ses déterminations de l'équivalent mécanique de la chaleur en termes d'unités électriques étaient préparées d'après d'anciennes méthodes. Les mesures absolues de la pile de Clark obtenues maintenant avec une grande précision dans les divers laboratoires d'étalonnage sont exprimées en termes de la nouvelle forme de pile avec du sulfate mercureux spécialement préparé. Il existe une différence importante entre les deux genres de piles, qui, d'après Wolff et Waters, s'élèverait à 0,30 millivolt. L'auteur a comparé une série de piles modernes avec des piles établies d'après les anciennes méthodes, et il trouve la même différence constante. Si l'on prend 1,4330 volts internationaux à 15° C. comme représentant les piles modernes, on peut alors prendre 1,4333 volts internationaux à 15° C. pour les piles établies par les anciennes méthodes. Les mesures de l'auteur de l'équivalent mécanique à différentes températures ont été calculées sur la base d'une valeur pour la pile de Clark égale à 1,4342 volts internationaux à 15° C. En recalculant sur la nouvelle base, l'auteur trouve que la valeur de la calorie moyenne est de 4,1849 joules. Ces chiffres

s'accordent avec la moyenne déterminée directement par Reynolds et Moorby, laquelle, exprimée d'une façon précise pour l'intervalle de température entre 0° C. et 100° C., s'élève à 4,1836 joules. La valeur moyenne de Rowland entre 5° C. et 35° C. est de 4,185 joules, tandis que la valeur de l'auteur entre les mêmes limites de température est de 4,1826 joules. Ainsi, en supposant la variation de la chaleur spécifique de l'eau correctement déterminée, la valeur de la pile de Clark, égale à 1,4330 volts internationaux, donne pour l'équivalent mécanique déterminé électriquement un excellent accord avec la même constante mesurée mécaniquement. — M. H. C. Greenwood : *Une détermination approximative des points d'ébullition des métaux.* Quoique les températures élevées puissent maintenant être facilement obtenues au moyen du chauffage électrique, on n'a pas encore entrepris une recherche générale sur les points d'ébullition des métaux. De plus, telles valeurs qui sont utilisées ont été déduites indirectement dans la plupart des cas, et sont très discordantes. L'auteur vient de construire un appareil pour mesurer directement les températures d'ébullition, sous la pression atmosphérique, d'un nombre considérable de métaux, jusqu'à une température de 2.700° C. Le chauffage a été produit électriquement; le métal, lorsqu'il n'est pas attaqué par le carbone, est renfermé dans un creuset de graphite à parois minces, à l'extérieur duquel la température a été estimée au moyen d'un pyromètre optique de Wanner. La différence de température entre les surfaces interne et externe des parois du creuset a été trouvée négligeable. On a assuré la précision des mesures de température en calibrant le pyromètre avec les points de fusion (corps noir) de bandes de platine, de rhodium et d'iridium spécialement purifiées. Voici les valeurs trouvées : aluminium, 1.800° C.; antimoine, 1.440° C.; bismuth, 1.420° C.; chrome, 2.200° C.; cuivre, 2.310° C.; fer, 2.450° C.; magnésium; 1.120° C.; manganèse, 1.900° C.; argent, 1.955° C.; étain, 2.270° C. En opérant avec les métaux aluminium, chrome, fer et manganèse, qui se combinent rapidement avec le carbone, l'auteur a eu des difficultés considérables pour empêcher le contact avec le carbone aux hautes températures en question. Il y est finalement parvenu en employant des creusets de graphite brasqués avec de la magnésie préalablement fondue. En l'absence de cette couche protectrice, le point d'ébullition est grandement modifié par la carburation. Les températures indiquées pour l'aluminium et le manganèse sont bien inférieures à celles supposées jusqu'ici nécessaires pour l'ébullition. — MM. J. H. Andrew et C. A. Edwards : *Les courbes du liquidus du système ternaire aluminium-cuivre-étain.* L'objet de ce travail était de jeter quelque lumière sur les propriétés, peu connues, des alliages ternaires et, incidemment, l'effet des impuretés sur les alliages binaires. Les métaux constituant les alliages avaient le degré suivant de pureté : Al, 99,57 °/₀; Cu, 99,98, °/₀; Sn, 99,98 °/₀. Plus de 400 déterminations de points de fusion et de solidification ont été faites. Le caractère des courbes du liquidus indique qu'aucun composé ternaire bien défini n'est déposé d'un quelconque des alliages liquides. L'affinité de Sn pour Al ou Cu n'est pas suffisante pour surmonter l'affinité de ces deux derniers l'un pour l'autre. En conséquence, les courbes des points de fusion des alliages contenant un pourcentage constant de Sn offrent une grande ressemblance avec la courbe du liquidus des alliages Al-Cu; l'étain est insoluble dans le plus grand nombre des alliages. — MM. M. C. Stopes et K. Fujii présentent leurs études sur *la structure et les affinités des plantes du Crétacé.* Les auteurs décrivent 18 plantes nouvelles, pétrifiées dans des nodules calcaréeux. Elles proviennent toutes d'Hokkaido (Japon septentrional) et sont d'âge crétacé supérieur, comme le montre la faune qui les accompagne. Elles comprennent un champignon, trois fougères, huit gymnospermes et trois angiospermes. Les plus intéressantes sont : un nouveau type de gymnosperme, l'*Yezonia*, dont l'anatomie végétative diffère de celle de tous les genres connus; une fructification gymnospermique nouvelle, qui semble appartenir à l'*Yezonia*; un angiosperme appartenant aux Sabiacées; un angiosperme de la famille des Saururacées, et la première fleur pétrifiée, le *Cretovarium japonicum*, qui possède trois carpelles entourés par le périanthe.

Séance du 10 Juin 1909.

M. A. E. H. Tutton décrit un *comparateur de longueurs d'onde pour les étalons de longueur.* Le principe de l'instrument est celui de l'interféromètre de l'auteur, avec cette exception qu'un prisme à déviation constante de Hilger est employé à la place d'un train de deux prismes de spectroscopes. Le point essentiel de l'instrument est que l'un des deux microscopes employés pour mettre au point les deux lignes de définition d'un barreau étalon porte, juste au-dessus de l'objectif, une des deux plaques de verre de l'appareil à interférence qui réfléchit la lumière monochromatique devant interférer et produire des bandes sombres rectilinéaires. Quand on déplace le microscope, la plaque se meut avec lui, et la quantité de mouvement est déterminée par le mouvement des bandes d'interférence, étant égale à la moitié de la longueur d'onde de la lumière employée pour chaque bande qui passe devant le point de référence au centre du champ du télescope de l'interféromètre. Ce mouvement délicat a été si parfaitement assuré que l'on peut faire mouvoir simultanément le microscope et les bandes, par la rotation d'une grande roue à ajustement de précision, d'une façon si tranquille que chaque bande passe devant le point de référence aussi lentement que l'on veut et peut être arrêtée instantanément sans le moindre tremblement, en un point quelconque de sa largeur, de sorte que le contrôle et le compte des bandes est tout ce qu'il y a de plus simple. Pour comparer deux barreaux étalons, il suffit de placer le barreau de longueur connue sous les deux microscopes, de sorte que les deux lignes de définition soient ajustées, dans chaque cas, entre les deux fils d'araignée du micromètre de l'oculaire. Puis l'on remplace l'étalon par la copie à essayer, de sorte que la ligne de définition de l'un des bouts soit ajustée de la même façon sous le micromètre correspondant; si l'autre ligne de définition n'est pas ajustée automatiquement sous le second microscope qui porte la plaque d'interférence en verre, on fait mouvoir ce microscope jusqu'à ce qu'il soit ajusté, en observant et comptant le nombre de bandes d'interférence qui passent sur le point de référence. La différence de longueur entre les deux barreaux est égale à ce nombre, multiplié par la moitié de la longueur d'onde de la lumière qui sert à produire les bandes. — M. A. E. H. Tutton : *L'emploi des traits de longueur d'onde comme lignes de définition sur les étalons de longueur.* La délicatesse de la méthode de mesure décrite dans la communication précédente appelle une finesse correspondante dans les lignes gravées qui constituent les lignes de définition de la longueur des barreaux-étalons. Or, actuellement, les lignes de définition des étalons employés contiennent dans leur largeur 15 à 40 bandes d'interférence de lumière rouge. L'auteur a fait appel au talent de M. J. H. Grayson, de Melbourne, qui est parvenu à exécuter sur métal de spéculum des lignes gravées dont la largeur ne dépasse pas celle d'une seule longueur d'onde de lumière rouge (1/40.000e de pouce). L'auteur propose d'employer comme marques sur les barreaux-étalons un système composé de cinq lignes parallèles de ce genre, distantes de 1/40.000e de pouce, bordées de chaque côté par une paire de fortes « lignes de recherche » et limitées par une autre paire de « lignes de recherche » perpendiculaires; c'est la ligne centrale des cinq lignes fines qui constituera la ligne de définition.

SOCIÉTÉ ANGLAISE DE CHIMIE INDUSTRIELLE

SECTION DE LONDRES

Séance du 3 Mai 1909.

M. E. A. J. Kuhnke décrit un nouveau *compteur de vapeur*, basé sur la formule simple $W = S\gamma V$, où W est la quantité totale de vapeur passant à travers le compteur exprimée en kilos par seconde, S la section en mètres carrés, V la vitesse de la vapeur en mètres par seconde et γ le poids de 1 mètre cube de vapeur en kilos à la pression moyenne. Au moyen d'un dispositif particulier, on s'est arrangé, en faisant S variable, pour rendre V, qui est difficilement mesurable, constant pour chaque valeur de γ. La variation de S est enregistrée sur un cylindre, en même temps que la pression de la vapeur, d'où l'on déduit γ. — **M. J. Lewkowitsch** présente un nouveau réfractomètre, construit par M. H. Heele, de Berlin, et basé sur la méthode de Kohlrausch-Abbe pour déterminer l'angle sous lequel le rayon limite, entrant dans l'objet en observation sous une incidence rasante, émerge d'un quadrant cylindrique en flint français à grand pouvoir réfracteur.

Séance du 7 Juin 1909.

M. J. M. Wilkie a étudié la *valeur de la méthode au sulfure alcalin pour la détermination colorimétrique du plomb en présence de fer*. Il existe une différence essentielle entre le fer ferreux et le fer ferrique, le premier étant seul convertible par le cyanure de potassium en substances incolores non affectées par le sulfure alcalin. L'hydrate ferrique, au contraire, absorbe le plomb, et si sa proportion dépasse le double de celle du plomb présent, la précipitation est complète et il ne reste pas de plomb en solution. Cette propriété pourra être utilisée à la préparation de produits chimiques exempts de plomb. Lorsque le fer ferrique est présent dans la détermination du plomb, il devra donc être réduit à l'état ferreux (par le thiosulfate de soude) en présence de cyanure de potassium. — **M. A. G. Green** communique ses recherches sur les sels quinonoïdes des phtaléines, qui confirment la théorie récente de von Baeyer sur la coloration des colorants du triphénylméthane : celle-ci serait due à une oscillation de la liaison quinonoïde entre les deux noyaux benzéniques, accompagnée par une oscillation correspondante et opposée de l'ion du groupe formant sel entre l'O ou l'Az en para d'un des noyaux et celui de l'autre.

SECTION DE MANCHESTER

Séance du 7 Mai 1909.

MM. J. Hubner et **F. Teltscher** poursuivent leurs recherches sur *l'action de la lessive de soude caustique sur le coton*. Les quantités d'hydrate de soude absorbées par le coton dans des solutions de soude caustique variant de 30° à 80° Tw sont pratiquement identiques ; il y a un léger maximum d'absorption dans les solutions à 40° Tw. Il ne paraît pas se former de composés chimiques (celluloses sodées) distincts.

SECTION DE BIRMINGHAM

Séance du 1er Avril 1909.

M. R. Threlfall : *L'échauffement spontané du charbon, en particulier sur les navires qui le transportent*. L'auteur commence par résumer les recherches classiques de Fayol sur ce sujet, puis celles, plus récentes, de la Commission de la Nouvelle-Galles du Sud. Il conclut que la possibilité d'incendie spontané du charbon est liée d'abord aux dimensions du navire, les cargos de plus de 2.500 tonnes étant les plus exposés. Les tas de poussière de charbon qui se trouvent sous les écoutilles sont les plus dangereux. Une légère ventilation du charbon est dangereuse. Les risques d'inflammation spontanée sont plus grands quand le charbon est chargé en été qu'en hiver. Enfin, la casse du charbon pendant le chargement est un facteur contribuant à la combustion spontanée.

SECTION D'ÉCOSSE

Séance du 6 Avril 1909.

M. J. Hendrick : *La chaux dans la scorie basique*. L'auteur montre que la chaux dans la scorie basique n'est pas seulement une quantité très variable, mais qu'elle existe sous diverses formes de combinaison. Une petite partie est de la chaux caustique libre ; le reste est en combinaison sous forme de silicates et de phosphates basiques. Une partie de cette chaux combinée est libérée facilement dans le sol, le reste plus lentement. — **MM. J. L. Baker** et **H. F. E. Hulton** ont étudié l'*action de la farine de froment sur la levure des boulangers et des brasseurs*. Ils confirment l'existence, dans la farine, d'une substance toxique pour la levure de fermentation basse des brasseurs, l'action toxique étant la plus forte en présence d'eau distillée, tandis que le sulfate de potassium et d'autres sels l'atténuent. La levure de brasserie, cultivée trois fois consécutivement sur un moût de matière à whisky, acquiert les propriétés d'une levure de boulangerie. La levure de boulangerie semble devoir son immunité contre la toxine au fait qu'elle a été produite dans un moût préparé avec des céréales. Les levures de boulangerie et de brasserie se comportent de même vis-à-vis du sucre inverti. La fermentation d'une solution de sucre par la levure de brasserie est arrêtée par l'addition de farine, à moins qu'on n'ajoute en même temps du sulfate de potassium.

ACADÉMIE DES SCIENCES D'AMSTERDAM

Séance du 29 Mai 1909.

1° Sciences physiques. — **M. H. Zwaardemaker** : *Sur des corrélations d'odeur, en rapport avec des expériences de M. J. Hermanides*. Sous la direction de M. Zwaardemaker, M. Hermanides a rédigé une thèse sur les constantes des olfactomètres usuels, au nombre de neuf, dont les substances odorantes, aussi pures que possible, ont pour milieu porteur la paraffine liquide, à l'exception de la muscone, dispersée dans l'acide myristinique. D'abord on fixe pour chaque olfactomètre la quantité minima perceptible. Pour pouvoir comparer les résultats obtenus par M. Hermanides à ceux d'autres expérimentateurs, l'auteur donne dans le Tableau I (p. 760) un aperçu de ces quantités minima. Les expériences de M. Hermanides ont trait à toutes les combinaisons possibles en des proportions choisies de telle manière que les odeurs se détruisent, soit parfaitement, soit à peu près. Les nombres de proportions p et q obtenus par M. Zwaardemaker et par M. Hermanides sont déposés dans le Tableau II. Ainsi, dans les cas indiqués en chiffres gras dans le tableau ci-après, les différences des résultats de MM. Zwaardemaker et Hermanides tombent entre les limites des erreurs probables. — **M. P. van Romburgh** présente aux noms de **MM. E. Cohen** et **W. Tombrock** : *La conduite électromotrice des amalgames de zinc*, et au nom de **M. C. J. Enklaar** : *Sur la réaction du cuivre actif sur le linalol*. — **M. W. H. Julius** présente la thèse de **M. G. J. Elias** : « Anomale magnetische draaiingsdispersie in verband met selectieve absorpsie » (Dispersion de rotation magnétique anomale en rapport avec l'absorption sélective). — **M. H. A. Lorentz** présente au nom de **M. J. J. van Laar** : *Sur l'état solide*. III.

2° Sciences naturelles. — **M. H. G. van de Sande Bakhuyzen** : Notice nécrologique sur le *Dr Th. W. Engelmann*. M. Engelmann, né à Leipzig en 1843, fut, de 1871 à 1897, professeur de Physiologie à l'Université d'Utrecht. — **M. C. E. A. Wichmann** : *Les tourbières de l'archipel Indien*. En 1778, F. von Beroldingen publiait une théorie d'après laquelle les couches de

TABLEAU I. — *Quantités minima d'odeurs perceptibles dans les différents olfactomètres.*

	ZWAARDE-MAKER	ZWAARDE-MAKER	NOYONS	KUBO	HERMANIDES	VAN DER HOEVEN LEONHARD	HERINGA
Acétate d'isoamyle 1/2 °/o. .	0,23	0,2	0,1	0,215	0,3	0,34	0,4
Nitrobenzène 5 °/o . . .	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02	0,007	0,03
Terpinéol 2,5 °/o .	1,10	1,10	2,0	2,90	1,3	> 7,00	1,2
Muscone 0,627 °/o	0,15	0,15	0,3	"	0,2	1,45	0,3
Bisulfure d'éthyle 1 °/ooo . .	0,015	0,015	0,005	0,004	0,012	0,28	0,02
Gaïacol 1 °/oo	0,30	0,30	0,25	0,50	0,5	2,30	0,6
Acide valérique 1 °/ooo. . .	0,03	0,03	0,02	0,02	0,04	0,05	0,04
Pyridine 1 °/o	0,02	0,02	0,02	0,023	0,03	2,25	0,03
Katol 1 °/oo	0,002	0,003	"	0,0003	0,002	0,000043	0,003

TABLEAU II. — *Comparaison des résultats de MM. Zwaardemaker et Hermanides sur les proportions d'odeurs qui se détruisent.*

	ZWAARDEMAKER									HERMANIDES								
	°/I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	°/I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
°/I		2,2	0,76	16	4,1	0,33	107	0,28	375		1,18	0,26	3,26	1,25	0,5	45,07	0,16	18
II.	0,44		0,73	2,3	9	1,53	30	0,33	83	0,85		0,45	1,24	0,54	1,64	70,4	0,25	5,2
III	1,32	1,37		8	14	1	20	2	8	3,88	2,22		5,5	2,22	2,94	16	1,74	22,86
IV.	0,06	0,43	0,12		1	0,03	0,33	0,83	5	0,19	0,81	0,18		0,44	0,37	1,61	1,82	24
V	0,24	0,11	0,07	1		0,06	0,82	0,31	44	0,8	1,87	0,45	2,27		0,52	1,72	0,54	27,03
VI.	3	0,65	1	33	18		33	63	1400	2	0,61	0,34	2,69	1,92		28,57	0,67	18,32
VII	0,01	0,03	0,05	3	1,2	0,03		0,25	0,08	0,063	0,0126	0,062	0,62	0,58	0,035		0,036	3,2
VIII.	3,6	3	0,5	1,2	3,2	0,02	4		2,4	6,15	3,99	0,58	0,55	1,85	1,5	27,39		23,26
IX	0,003	0,012	0,125	0,2	0,023	0,001	12	0,42		0,055	0,19	0,04	0,042	0,037	0,054	0,31	0,043	

houille doivent être considérées comme des tourbières dont la tourbe, ensevelie sous d'autres couches plus lourdes, s'est transformée en charbon. Cette théorie s'est maintenue brillamment jusqu'à ces temps-ci. Il n'est pas douteux, non plus, que, dans la période de la formation de la houille, un climat tropique égal régnait sur toute la terre. En flagrant conflit avec cette théorie, la plupart des traités de Géographie prétendent qu'on ne trouve pas, dans les régions des tropiques, des tourbières autochtones, ce qui mène à la supposition que la formation des tourbières et des couches de houille ne peut se présenter que sous un climat modéré. M. Wichmann donne ici une énumération des tourbières des îles de Java, de Sumatra et de Bornéo. — Ensuite, M. Wichmann présente la thèse de M. L. M. R. Rutten : « Die diluvialen Säugetiere der Niederlande » (Les mammifères diluviaux des Pays-Bas). — M. F. A. F. C. Went présente au nom de Mlle C. J. Pekelharing : *Recherches sur le rapport entre le temps d'exposition et le montant de l'excitation dans le cas des courbures géotropiques.* Par des recherches de M. A. H. Blaauw et de M. P. Fröschel datant de 1908, il a été prouvé que, dans le cas d'irritation phototropique par de la lumière d'intensité différente, le produit des temps d'exposition et des intensités est constant. On ne sait pas encore si cette loi simple existe dans les cas d'irritation d'un autre caractère. Dans le cas des courbures géotropiques, les expériences de H. Bach, datant de 1907, en donnent toutefois une légère indication. M. Fröschel est d'opinion que les résultats de M. Bach prouvent bien l'existence du rapport en question. Comme le nombre des expériences est assez faible et que les oscillations et les divergences sont assez grandes, M. Went jugea désirable de provoquer des recherches plus étendues et plus minutieuses. Mlle Pekelharing, inspirée par cet appel, publie ici le résultat de ses expériences faites sur les cotylédons étiolés d'*Avena sativa;* elle trouve que le rapport simple, rendu probable par les expériences de M. Bach, existe en effet. — Ensuite, M. Went présente la thèse de M. A. H. Blaauw : « Die Perzeption des Lichtes » (La perception de la lumière). — M. S. H. Koorders : 1° *Remarques sur la communication de M. Wichmann sur les tourbières de l'archipel Indien;* 2° *Contribution à la connaissance de la dispersion endozoïque des graines par les oiseaux à Java, en rapport avec une collection faite par M. Barthels sur le Pangerango et près de Batavia.* I; 3° *Quelques remarques sur la nomenclature et la synonymie de Xylosma leprosipes Clos., Xylosma fragrans Deone et Flueggea serrata Miq.*

P. H. SCHOUTE.

Le Directeur-Gérant : LOUIS OLIVIER.

Paris. — L. MARETHEUX, imprimeur, 1, rue Cassette.

20e ANNÉE N° 18 30 SEPTEMBRE 1909

Revue générale des Sciences pures et appliquées

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER, Docteur ès sciences.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. L. OLIVIER, 18, rue Chauveau-Lagarde, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et dans tous les pays étrangers y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Météorologie

Le Service météorologique de l'Exposition aéronautique de Francfort. — L'Exposition aéronautique internationale qui vient de s'ouvrir à Francfort-sur-le-Main comporte une Station météorologique spéciale. La tourelle nord-ouest du grand Palais est, en effet, affectée spécialement aux recherches aérologiques, c'est-à-dire d'aéronautique scientifique. Un cabestan, construit d'après les indications de M. Köppen et actionné par un moteur de 7 1/2 chevaux, y sert aux lancements de ballons captifs à instruments enregistreurs. Ces lancers, qui, par un temps calme, sont faits aussi fréquemment que possible, sont destinés à explorer, par des inscriptions automatiques, l'état météorologique des couches les plus basses de l'atmosphère.

Deux ballons captifs, d'une capacité de 25 et 35 mètres cubes respectivement, se trouvent installés dans une salle de la tour située immédiatement au-dessous de la plate-forme. Une porte à glissière pratiquée dans cette dernière permet de les en retirer au moment voulu, pour procéder au lancement. Un bureau installé dans la même tour permet la rédaction immédiate des résultats.

Les données obtenues à cette station temporaire, qui vient s'ajouter aux stations aérologiques déjà nombreuses en Allemagne, sont publiées journellement avec les données des stations permanentes, de façon à tenir les aéronautes, avant leur départ, au courant de l'état des différentes couches atmosphériques.

D'une façon générale, le Comité de l'Exposition a eu soin de prévoir tous les accessoires que la Météorologie met à la disposition des aéronautes. C'est ainsi que chaque hall à ballons renferme des indicateurs automatiques de la direction et de la vitesse du vent. Grâce à un service d'information grandiose comportant environ 100 stations, dans un rayon de 150 kilomètres autour de Francfort, on tâchera de publier, quelques heures déjà avant l'éclatement d'un orage, des signaux d'alarme transmis aussi aux aéronautes en cours de route, par la télégraphie sans fil ou les signaux optiques.

§ 2. — Art de l'Ingénieur

Le Laboratoire d'Essais du Conservatoire national des Arts et Métiers. — Le Rapport sur le fonctionnement du Laboratoire d'Essais pendant l'année 1908 vient de paraître. Il a été établi par M. L. Guillet, professeur au Conservatoire des Arts et Métiers, membre de la Commission technique du Laboratoire. Ce document fournit un certain nombre de renseignements des plus intéressants pour les industriels; nous pensons être utiles à nos lecteurs en résumant les parties essentielles de ce Rapport.

On sait que le Laboratoire d'Essais fut créé en 1900, par décret, à la suite d'une convention passée entre le Ministre du Commerce et de l'Industrie, alors M. Millerand, le Conservatoire des Arts et Métiers, et la Chambre de Commerce de Paris. Cette convention avait permis de réaliser les fonds nécessaires à l'organisation et au fonctionnement du Laboratoire, grâce à l'importante contribution de la Chambre de Commerce de Paris, à laquelle il faut joindre les subventions annuelles des grandes Sociétés d'ingénieurs ou d'industriels.

Le Laboratoire d'Essais est actuellement divisé en cinq grands services ou Sections :

1° Section de Physique. Chef : M. Biquard;

2° Section des Métaux. Chef : M. Breuil;

3° Section des Matériaux de construction. Chef : M. Leduc;

4° Section des Machines. Chef : M. Boyer-Guillon;

5° Section de Chimie. Chef : M. March.

Depuis le 10 juillet 1908, la direction du Laboratoire a été confiée par M. le Ministre du Commerce et de l'Industrie à M. F. Cellérier.

Les essais électriques proprement dits sont restés toutefois en dehors des attributions de ce Laboratoire, fondé postérieurement au Laboratoire central d'Electricité.

Depuis sa fondation, le Laboratoire a constamment progressé. M. Guillet fait remarquer, à ce sujet, « qu'il semble bien que l'année 1908 marque, pour le Laboratoire d'Essais du Conservatoire des Arts et Métiers, une étape importante vers le développement que l'on était

en droit d'escompter. Le nombre des essais demandés, les recettes que ces essais ont entraînées, les recherches scientifiques qui ont été poursuivies, tout indique une marche très nette vers le progrès ».

C'est ainsi que les recettes, qui, en 1907, s'élevaient à 71.131 francs, sont montées en 1908 à 80.016 fr. 61, auxquels il convient d'ajouter les taxes de vérification des alcoomètres, densimètres et thermomètres légaux, directement encaissées par le Trésor, s'élevant à 29.422 fr. 75.

La *Section de Physique* s'occupe plus spécialement de toutes les mesures industrielles de longueurs, d'angles, de poids, de densités; de la vérification des manomètres industriels ou de précision, de celle des baromètres, thermomètres, pyromètres, saccharimètres; elle effectue des essais d'optique de toute espèce, de photométrie, d'étude des combustibles, etc. Elle assure également le service de la vérification légale des thermomètres, alcoomètres, densimètres.

Une grande extension vient d'être donnée au Service de la Métrologie pour la vérification pratique des mesures de longueur industrielles, grâce à la confection d'un outillage de haute précision qui vient d'être complété par la confection d'étalons de mesures provenant du Service de l'Artillerie, après étalonnage au Pavillon de Breteuil.

Prochainement, il pourra être procédé aux études sur les vis, grâce aux nouveaux procédés pratiques de vérification de M. Ch. Marre.

La *Section des Métaux* s'occupe des propriétés des produits métallurgiques en échantillons, produits bruts et ouvrés; elle effectue les essais de barres, chaînes, câbles, cordes, courroies, tissus, bois, caoutchoucs, cuirs, au point de vue des propriétés mécaniques, ainsi que l'étude des matières lubrifiantes au point de vue du frottement des métaux, devenue d'une importance si considérable pour la marche des machines modernes.

Différents fours sont utilisés pour l'étude des traitements thermiques et chimiques des produits métallurgiques.

Enfin, une installation fort complète, comprenant : appareils à polir, microscopes, salles de photographie, etc., permet d'appliquer la métallographie microscopique aux cas les plus variés et les plus difficiles, le grossissement pouvant aller à 3.600 diamètres.

Parmi les principaux essais effectués par cette Section dans le cours de l'année 1908, le rapporteur signale une étude, demandée par l'Administration des Monnaies et Médailles, de la nouvelle monnaie d'aluminium; de très nombreux essais d'huiles à des vitesses, des pressions et des températures différentes; une étude des métaux antifriction; des essais mécaniques de chaînes, rivets, tôles, arbres, rails, fontes, etc., ayant donné lieu à des renseignements du plus haut intérêt pour les industriels.

La *Section des Matériaux de construction* s'occupe des chaux, ciments, mortiers, pierres, produits réfractaires, céramiques, etc.

La préparation des matières premières se fait dans une série d'ateliers, l'un destiné à la taille des pierres, un autre au broyage, malaxage et séchage, un troisième à la cuisson, etc.

Il a été demandé, en particulier, des essais mécaniques de diverses briques silico-calcaires, de chaux, de ciments, kaolins, etc.; de carreaux, de grès, meules, etc.; des conditions de frittage de dolomie, d'usure de papier d'émeri, etc.

La *Section des Machines* s'est occupée d'essais d'appareils à vapeur, chaudières, machines, turbines, de moteurs à gaz, à essence, à pétrole, de gazogènes, de machines hydrauliques, de voitures automobiles, de freins, ventilateurs, etc.

Les essais d'autoclaves ont pris un très grand développement, ainsi que les essais de calorifuges, de consommation et de fonctionnement des moteurs de groupes électrogènes, de moteurs d'automobiles et de moteurs d'aviation des derniers modèles.

Des essais d'hélices aériennes particulièrement intéressants ont été également effectués et leurs résultats ont sans aucun doute favorisé, pour leur part, le développement de la science aéronautique.

La *Section de Chimie* s'occupe plus particulièrement des matières premières végétales nouvelles ou insuffisamment connues. Elle effectue, en outre, les analyses des caoutchoucs, des huiles, des combustibles, celles des métaux et des matériaux de construction, complément d'essais mécaniques.

L'installation de cette Section se parachève de plus en plus et nul doute qu'elle ne prenne bientôt une très grande importance.

Dans ses conclusions, M. Guillet signale que, « malgré cette activité et un personnel restreint, les sections ont poursuivi de nombreuses recherches. Il est tout particulièrement à noter que tous ces travaux ont un caractère essentiellement industriel, que toutes ces recherches constituent un apport très sérieux à nos connaissances sur les propriétés des matériaux de construction et sur l'utilisation de certaines machines.

« Elles montrent combien le personnel se tient au courant des méthodes modernes d'essais et quel souci il a de la perfection scientifique.

« Elles sont bien faites pour développer le prestige du Laboratoire d'Essais du Conservatoire national des Arts et Métiers et lui apporter fort justement la confiance des industriels. »

§ 3. — Physique

Les limites de sensibilité des piles thermo-électriques. — On sait que les piles thermo-électriques, grâce aux fils excessivement minces fabriqués actuellement, viennent d'augmenter beaucoup de sensibilité. C'est ainsi qu'un élément de pile constantan-fer, relié à un galvanomètre à aiguille qui indique 3×10^{-7} par degré, peut, suivant le rapport de M. Brandes[1], apprécier des intensités de $2{,}1 \times 10^{-3}$ ampère.

Or, M. Hartmann, à Francfort-sur-le-Main, vient de préparer des fils excessivement minces avec de nouvelles matières, mises à sa disposition par M. Guillaume. En accroissant autant que possible la longueur de ces fils et en disposant des soudures d'une étendue minime, il a réussi à apporter aux piles thermo-électriques un nouvel accroissement considérable de leur sensibilité.

Sur le conseil de M. K. E. Schmidt[2], l'un des élèves de ce dernier vient de procéder à un examen systématique des limites de sensibilité accessibles aux piles thermo-électriques dans l'état actuel de la technique. Cet expérimentateur constate qu'un élément composé de fils manganine-constantan, de $0^{mm},0154$ d'épaisseur et d'une longueur chacun d'environ 2 centimètres, constitue, si le vide est poussé à l'extrême, une pile d'une sensibilité maximum. Reliée à un galvanomètre à miroir (système Deprez-d'Arsonval) de sensibilité moyenne, cette pile permet de mesurer des courants d'environ 89×10^{-6} ampère. En réduisant ultérieurement de $0^{mm},001$ le diamètre du fil, on serait en mesure d'apprécier $89 - 16{,}5 = 72{,}5 \times 10^{-10}$ ampère, c'est-à-dire que chaque millième de millimètre de diminution du diamètre correspondrait à un accroissement de $16{,}5 \times 10^{-6}$ de la sensibilité du dispositif thermo-électrique. Cette proportionnalité ne semble pas toutefois se conserver pour les diamètres excessivement petits. Or, comme les difficultés techniques ne permettent pas, à l'heure qu'il est, de réduire davantage le diamètre du fil, un courant d'environ 0,0001 ampère peut être considéré comme limite actuelle de la sensibilité des piles thermo-électriques pour les vibrations électriques rapides.

[1] *Phys. Zeitschr.*, t. VI, p. 503, 1905.
[2] *Phys. Zeitschr.*, t. X, p. 438, 1909.

§ 4. — Chimie

La volatilisation des métaux lourds par l'action du monoxyde de carbone et son application industrielle[1]. — Quelque temps après ma publication en 1890 (*Journal of the Chemical Society*), en collaboration avec MM. les Drs Langer et Quincke, traitant des propriétés d'un composé volatil du nickel et du monoxyde de carbone, auquel j'ai donné le nom de nickel-carbonyle, Lord Kelvin, qui était alors Président de la Société Royale de Londres, me demanda : « Avez-vous donné des ailes à un autre métal lourd ? » Je lui répondis : « Pas encore, mais nous y travaillons et j'espère réussir dans quelque temps. » Plusieurs années de travail continu se sont passées avant que nous soyons arrivés à volatiliser par l'oxyde de carbone composé ont été communiquées à l'Association Britannique l'année dernière (*Chemical News*, 2 octobre 1908).

Tout dernièrement, nous avons réussi à obtenir les composés carbonylés du molybdène et du ruthénium. Nous avons dû arriver à une pression de 450 atmosphères et à une température de 300° C., pour obtenir de très petites quantités de ces substances ; dans le cas du ruthénium, la quantité obtenue a été insuffisante pour faire une analyse, mais suffisante pour condenser le carbonyle par un mélange frigorifique, et pour préparer des dépôts métalliques de molybdène et de ruthénium en évaporant le carbonyle dans un courant de CO, en exposant le gaz à une température suffisamment élevée dans un tube de verre pour décomposer le carbonyle.

J'ai apporté au Congrès, pour les montrer, des échan-

Tableau I. — *Formules et propriétés physiques et chimiques des carbonyles.*

	Formule empirique	Formule moléculaire	Densité	Point de fusion	Point d'ébullition	Formation	Décomposition
Ni	$Ni(CO)^4$	$Ni(CO)^4$	1,38	— 23°	+ 44°	Ni + CO à la pression ordinaire.	En Ni et CO (partiellem.) à 0° C. dans le vide et à 50° C. à la pression ordinaire. On n'a pu trouver de produits intermédiaires.
Co.	$Co(CO)^4$	$Co^2(CO)^8$	1,83	+ 51°	décomp.	Co + CO à 40 atm. et 150° C. au moins.	En Co et CO (complètem.) au-dessus de 60° C. ; en Co $(CO)^3$ et CO entre 50 et 60° C. Pas de recombinaison à 0 — 60° C. en Co $(CO)^4$.
»	$Co(CO)^3$	»	»	décomp.	décomp.	Aux dépens de Co $(CO)^4$ à 60° C.	En Co et CO au-dessus de 60° C. ; on n'a pu trouver de produits intermédiaires.
Fe.	$Fe(CO)^5$	$Fe(CO)^5$	1,46	— 20°	+ 103°	Par Fe + CO à haute pression ; par $Fe^2(CO)^9$ par distillation dans CO.	En $Fe^2(CO)^9$ et CO par la lumière ; en Fe et CO par chauffage des vapeurs.
»	$Fe^2(CO)^9$	»	2,08	décomp.	décomp.	Action de la lumière sur $Fe(CO)^5$ ou sur Fe + CO.	En $Fe(CO)^5$ et CO et Fe, par chauffage à 100° C. ; en $Fe(CO)^5$ et Fe $(CO)^3$ par chauffage des solutions à 95° C.
»	$Fe(CO)^4$	très élevé.	2,00	décomp.	décomp.	Aux dépens de $Fe^2(CO)^9$ par chauffage en solution à 95° C.	En Fe et CO par chauffage à 100° C. ou au-dessus. Aucune recombinaison. En Fe $(CO)^5$ ou $Fe^2(CO)^9$ par la pression de CO jusqu'à 150 atm.
Mo.	$Mo(CO)^6$	»	1,95	Se volatilise avant de fondre.	Se volatilise avant de fondre.	Mo + CO à un minimum de 130 atm. et 200° C.	En Mo et CO par chauffage au-dessus de 150° C.

d'autres métaux que le nickel. Le fer fut le premier à prendre des ailes et produisit plusieurs composés intéressants, dont les propriétés ont formé l'objet d'une communication présentée par moi-même et par MM. les Drs Langer et Quincke à la Société Chimique de Londres en 1891, et plus tard de communications très détaillées présentées par Sir James Dewar et M. Jones, à la Société Royale, en 1905 et 1907. Plusieurs années se passèrent avant d'obtenir la volatilisation du cobalt, qui a des propriétés si semblables à celles du nickel ; enfin, l'année dernière seulement, mes deux assistants, M. le Dr Heinrich Hirtz et M. Dalton Cowap, ont réussi à obtenir le cobalt-carbonyle, en quantités suffisantes pour étudier les propriétés de ce composé, en comprimant le gaz CO à une pression de 100 atmosphères et en le chauffant à la température de 200° C., en présence de cobalt en état de très fine division. Les propriétés de ce tillons de ces substances, avec les miroirs métalliques obtenus par elles. Quelques-uns de ces échantillons sont exposés pour la première fois et j'ai reproduit les formules et les propriétés de ces composés dans le tableau I ci-joint.

Nous avons essayé de volatiliser par le CO plusieurs autres métaux, mais jusqu'à présent sans résultat. Ayant néanmoins établi qu'une augmentation considérable de pression est nécessaire pour la formation de quelques-uns de ces composés, dont on n'obtient aucune trace à des pressions inférieures, je me propose de continuer ces recherchas à des pressions encore plus élevées.

En ce qui concerne l'application industrielle de ces carbonyles, jusqu'à présent le nickel-carbonyle, le premier connu, a seul été appelé à rendre service à la Chimie appliquée. Il vous intéressera peut-être d'apprendre qu'à présent environ 10.000 mètres cubes de monoxyde de carbone, chargé de nickel-carbonyle, circulent continuellement heure par heure à travers

[1] Communication présentée au Congrès de Chimie appliquée de Londres.

les appareils des usines de nickel à Clydach dans le pays de Galles, et que le nickel contenu dans ce gaz est déposé dans un état presque chimiquement pur à chaque instant du jour et de la nuit.

Ludwig Mond,
de la Société Royale de Londres.

§ 5. — Botanique

L'échauffement spontané des feuilles végétales vivantes. — Le fait que certains organes végétaux, tels que les fleurs et les semences en germination, s'échauffent considérablement sous l'action de la respiration, dans des conditions appropriées, fait voir d'une façon frappante l'intensité que possède ce processus vital, même chez les organismes végétaux.

M. H. Molisch, professeur à l'Université de Prague, a constaté un échauffement spontané analogue sur les feuilles végétales, ce qui démontre que la respiration de ces dernières est bien plus intense qu'on ne l'avait jusqu'ici admis. Des feuilles fraîches et vivantes, séparées de la branche, avaient été entassées en quantités considérables : elles se sont échauffées fortement pendant quelques heures, et, dans certains cas, à un degré si élevé que leur chaleur propre a fini par les brûler.

Les feuilles récemment cueillies, aussi sèches que possible, ont été introduites, en couches très compactes, dans des paniers d'osier d'environ 40 centimètres de hauteur et de 30 centimètres de largeur moyenne. La surface supérieure libre du panier a été pourvue d'un couvercle en carton, perforé au milieu pour recevoir la tige d'un thermomètre allongé très sensible. Ce panier ayant été introduit dans une boîte en bois, l'intervalle entre cette dernière et le panier a été rempli de laine de bois, de façon à éviter autant que possible les pertes de chaleur; le couvercle ayant été mis, le thermomètre sortait suffisamment de la boîte pour permettre les lectures de la température sans ôter le couvercle. Afin de réduire ultérieurement la conduction et le rayonnement de chaleur, le tout a été enveloppé plusieurs fois d'un drap protecteur.

Aussitôt que la maximum de température des feuilles a été atteint, M. Molisch a examiné si elles étaient restées vivantes, après quoi l'expérience a continué. Pour terminer, l'auteur a fait un examen relatif à la présence de micro-organismes (bactéries, etc.).

Dans les premières expériences, faites sur des feuilles de *Carpinus Betulus*, M. Molisch a constaté, pendant l'intervalle relativement très court de 9 heures, un échauffement de 22° à 43°,9, et, pendant 15 heures, à 31°,5. Pendant les 37 heures subséquentes, il a observé une chute lente de la température à 33°,7, après quoi le thermomètre est remonté à un maximum un peu plus faible (47°,2), suivi d'une chute définitive.

L'accroissement de température observé pendant les 15 premières heures, loin d'être dû à l'action des micro-organismes, ne saurait être attribué qu'aux réactions chimiques, surtout à celles de la respiration. A 43°, les feuilles continuent à vivre; ayant été posées sur l'eau, elles se conservent fraîches et vertes pendant plusieurs jours. Le maximum d'échauffement spontané (51°,5) a été atteint après 15 heures. La chute de température constatée ensuite paraît toute naturelle. L'expérience a, en effet, fait voir que, les feuilles à 51°,5 étant mortes, la respiration normale cessait, tandis que les bactéries n'étaient d'abord présentes qu'en faibles quantités. Or, sur les feuilles désormais brûlées, les micro-organismes, à la faveur de la haute température, ont commencé à se multiplier très rapidement; la chaleur due à la respiration propre de ces micro-organismes a produit, à son tour, un maximum de température un peu moins élevé (47°,2). Après que le développement des bactéries et d'autres micro-organismes eut ainsi culminé, la température s'est mise à tomber progressivement jusqu'à la température ambiante.

Des résultats analogues ont été constatés sur les feuilles récemment cueillies de nombreuses autres plantes. Dans le cas du *Pirus communis*, une température maxima atteignant 59° s'est établie après 27 heures. Il est intéressant de constater que certaines plantes, surtout les plantes toujours vertes et celles dont les différents organes séparés présentent une durée de vie considérable, ne produisent que de faibles quantités de chaleur.

Les feuilles plongées dans l'eau sont tuées à des températures bien moins élevées que dans l'air : c'est que la limite de température supérieure de la vie végétale est réduite de beaucoup quand on empêche la respiration de se produire librement. La blessure produite en cueillant les feuilles favorise sans doute l'échauffement spontané; comme, cependant, les branches touffues, réunies en quantités considérables produisent à leur tour des températures élevées, M. Molisch n'hésite pas à affirmer que les feuilles vivantes, même sans stimulus vulnéraire, s'échauffent à un degré considérable.

On peut exécuter une démonstration fort intéressante de ce phénomène d'échauffement spontané, en faisant bouillir de l'éther sous l'action de la chaleur propre des feuilles. Un tube de verre de 90 centimètres de longueur, scellé à son extrémité inférieure et se terminant en ampoule à sa partie supérieure, a été rempli au 1/3 de sa longueur d'éther coloré. Après avoir introduit ce tube par son bout fermé au sein des feuilles ayant subi l'échauffement spontané à 45-50°, on voit l'éther, dont le point d'ébullition est de 34°,5, se mettre à bouillir immédiatement; ce phénomène peut être aperçu distinctement d'un auditoire considérable, même à des distances très grandes. D'une façon analogue, on fait la démonstration de la fonte du beurre de cacao et de la paraffine molle. Voilà un bel exemple de la conversion en énergie mécanique de l'énergie thermique engendrée par les plantes.

L'échauffement spontané des feuilles vivantes à la limite de température supérieure de la vie constitue un cas fort remarquable où un organisme vivant est tué par une fonction normale : la respiration. Ce phénomène, à première vue, semble peu compatible avec les intérêts de l'organisme; mais il convient de tenir compte qu'un cas pareil, en raison de la ventilation naturelle, ne saurait se produire dans la Nature aussi longtemps que la feuille reste solidaire de la plante-mère.

Alfred Gradenwitz.

§ 6. — Sciences médicales

Un nouveau procédé de radiothérapie. — Peu de temps après la découverte des rayonnements du radium, on a eu l'idée d'étudier leurs effets sur l'organisme malade. Ces rayonnements n'ont pas tardé à révéler le pouvoir curatif qu'ils possèdent, surtout sur certaines affections de la peau, et l'on a introduit dans la pratique médicale, non seulement les effets directs du radium, mais encore ceux de son produit gazeux, l'émanation. On a, en effet, constaté que de nombreuses eaux thermales renferment de grandes quantités de cette émanation, susceptible, grâce aux rayons invisibles qu'elle émet à son tour, d'activer tous les corps situés à proximité. Convaincues de ce que les effets curatifs de ces eaux sont précisément dus à leur teneur en émanation du radium, plusieurs usines chimiques viennent de mettre sur le marché des produits médicaux renfermant de l'émanation.

Récemment, le Dr A. Fürstenberg[1] a traité par l'émanation du radium plus de cent personnes affectées des maladies les plus diverses, en leur administrant de l'eau artificiellement additionnée d'émanation, soit comme boisson, soit sous forme de bains. Il va sans dire que la boisson ne saurait être aussi concentrée en émanation que les eaux de bains; la nécessité d'un dosage exact s'impose donc pour garantir le corps contre des dégâts sérieux.

Or, chose remarquable, ces cures, dans bien des cas,

[1] *Die Umschau*, n° 20, 1909.

présentent un phénomène familier, depuis longtemps, aux hôtes de presque toutes les villes d'eaux : quelques jours après le commencement du traitement, le malade commence assez subitement à ressentir des douleurs localisées dans une partie du corps, qui, le plus souvent, est identique avec le siège des douleurs antérieures. Or, on sait que, loin de constituer un signe d'insuccès, ce phénomène est précisément regardé comme indice sûr de la guérison qui se prépare. D'une façon analogue, cette réaction, dans le traitement artificiel par l'émanation, semble être reliée à l'amélioration ou à la guérison définitive.

Ces recherches ont donné d'autres résultats fort intéressants, en démontrant, par exemple, de façon absolument concluante, que les cures de boissons sont bien préférables aux cures de bains. Aussi l'auteur n'hésite-t-il pas à affirmer que les succès constatés quelquefois dans le cas des cures de bains sont dus exclusivement à la quantité d'émanation inhalée, l'émanation étant incapable de pénétrer la peau saine. En raison de cet état de choses, l'auteur préconise l'emploi, dans certaines maladies, de cures d'inhalation d'émanation.

Bien que ce traitement soit loin de constituer une panacée, il a donné des résultats vraiment surprenants dans certaines affections (surtout la goutte et les rhumatismes). Les maux nerveux ou névralgiques n'ont, au contraire, que peu de chances de profiter de ce nouveau mode de traitement.

§ 7. — Géographie et Colonisation

L'essor économique du Dahomey. — Le Dahomey fait partie de cette Afrique occidentale française qui est actuellement une de nos colonies les plus actives et les plus prospères. A dix ans d'intervalle, M. Aug. Chevalier exprimait récemment son admiration pour les progrès réalisés[1]. De 1895 à 1908, le commerce extérieur de l'Afrique occidentale a passé de 78 millions à 198, la monoculture a disparu, les voies ferrées avancent rapidement, l'introduction de nos méthodes d'hygiène et de prophylaxie favorise déjà l'accroissement de la population.

Le Dahomey ne représente, dans ce groupement, qu'une population de 655.420 habitants sur un total de 10.091.829. De 1907 à 1908, son commerce extérieur a passé de 21.326.295 francs à 22.916.908 (chiffres provisoires). Nos importations ne représentent que 24 °/₀ du total (64 °/₀ au Sénégal, 60 °/₀ en Guinée, 44 °/₀ dans la Côte d'Ivoire). La raison en est dans la situation exceptionnelle du Dahomey, étroitement enserré entre deux colonies étrangères, dans l'insuffisance des communications maritimes françaises, dans les difficultés d'accès du littoral qui, malgré le wharf de Cotonou, rendent en partie la colonie tributaire du port de Lagos[2].

Le Dahomey est surtout un pays agricole et l'indigène s'occupe volontiers des travaux de la terre. Trois cultures sont en train de se développer rapidement. En 1903, le maïs ne figurait pas aux statistiques de l'exportation; en 1908, on en a exporté 20.000 tonnes, et la limite de production est loin d'être atteinte. Les prix, très rémunérateurs, monteraient encore si l'on pouvait étuver les grains avant l'expédition pour diminuer les déchets de route.

La culture du coton s'étend activement sous l'impulsion de l'Association cotonnière coloniale, qui a installé différentes usines d'égrenage à Abomey, à Cotonou et à Agouagou. La culture méthodique ne date que de cinq ans et l'exportation est passée de 14 tonnes en 1905 à 100 en 1908, sans tenir compte du drainage de ce produit par voie de terre vers le Togo où les prix sont plus élevés. Le coton dahoméen est très apprécié au Havre et sur les marchés allemands.

Les palmiers à huile constituent la principale richesse de la colonie; mais le traitement mécanique des fruits, substitué aux procédés rudimentaires des indigènes, permettrait d'obtenir un rendement supérieur et diminuerait les frais de manutention au départ. En 1908, l'exportation s'est chiffrée à 10.000 tonnes pour l'huile de palme et au double pour les palmistes. Tandis que les huiles vont principalement à Marseille, où on les emploie à la fabrication des bougies, les amandes transitent par Lagos et sont expédiées en grande partie à Hambourg et à Liverpool, où les cours sont plus élevés. Il nous serait facile d'attirer ces matières sur le Havre et sur Marseille si nos ports cherchaient à développer ces grandes ventes publiques aux enchères qui font le succès des marchés concurrents.

L'exportation du caoutchouc est en diminution, en raison de l'exploitation abusive faite antérieurement et venant, d'après M. A. Chevalier, non pas du procédé de cueillette, qui ne détruit pas la plante, mais de la multiplication des feux de brousse, allumés par les indigènes, une fois leur récolte faite, pour brûler les herbes. Les Arabes d'Algérie ne font pas autrement. Cette pratique, qui a certains avantages, devient désastreuse quand elle se généralise trop. Le sol est ainsi dénudé et il commence à se raviner sous l'effet des pluies d'orage. La baisse des prix est venue s'ajouter pour décourager les indigènes. Cette dernière cause est passagère; quant à la première, M. A. Chevalier propose de créer des réserves forestières, dans lesquelles les feux de brousse seraient interdits. Il faut, d'autre part, persévérer dans les mesures qui ont été prises en vue d'assurer la pureté du produit, en même temps que l'on encouragera les plantations, non pas sous forme de lianes, facilement étouffées par les herbes, mais au moyen d'arbres, les *Funtumias*, et surtout les *Heveas*, répandus sur 200.000 hectares à Ceylan, dans l'Inde, la presqu'île malaise et les îles de la Sonde.

Une exploitation rationnelle du karité donnerait aussi d'excellents résultats, en l'exportant sous forme d'amandes et en le traitant en Europe; il fournirait un produit alimentaire d'une valeur au moins égale à la végétaline.

Le développement du commerce est lié à l'extension des voies de communication. La voie ferrée principale part de Cotonou et aboutit actuellement à Savé, avec deux embranchements sur Ouidah et Segboroué. Une autre ligne réunit Porto-Novo à Sakété (33 kilom.), sur la frontière anglaise du Lagos. L'élévation des tarifs nuit au trafic[1]. Il faudrait aussi organiser l'embarquement et le débarquement des marchandises en outillant le wharf et en chargeant l'administration de l'exploiter en régie.

Le développement des voies ferrées, en réduisant le portage qui est « démoralisant et dévastateur[2] », rendra aux cultures un grand nombre de bras. Ce sera un énorme avantage dans un pays où les indigènes constituent la seule main-d'œuvre utilisable. Les contrats de travail, passés entre indigènes, tendent à se généraliser et à augmenter d'importance, en contribuant à supprimer l'état de captivité pour le remplacer par des travailleurs libres salariés, qui se mettent à la disposition des propriétaires de terrains cultivables. Il ne faudrait pas, d'un autre côté, brusquer le relèvement de l'impôt de capitation sur les indigènes, comme on vient de le faire pour le Bas-Dahomey — de 2 fr. 25 à 2 fr. 50; — ce serait inciter ces populations nomades à un exode facile dans les colonies étrangères qui les entourent.

Pierre Clerget,
Professeur à l'Ecole supérieure de Commerce de Lyon.

[1] *La Géographie*, mai 1909.
[2] *Bulletin de l'Office colonial*, avril 1909.

[1] Georges François : *Bulletin de la Société de Géographie commerciale*, mai 1909; *Le Temps*, 24 avril 1909.
[2] Pierre Mille : *Revue du Mois*, 10 mai 1907.

LES DIFFÉRENCIATIONS PROTOPLASMIQUES ET L'ACTIVITÉ CELLULAIRE

En 1898, le Professeur Prenant a fait paraître, dans le *Journal de l'Anatomie et de la Physiologie*, un gros Mémoire intitulé : Sur le Protoplasma supérieur (Archoplasma, Kinoplasma, Ergastoplasma). Dans ce travail, Prenant passait en revue la plupart des différenciations que l'on observe dans le protoplasma pendant les divers états de son activité. Nous devons être reconnaissants à Prenant d'avoir accompli ce gigantesque travail, et d'avoir apporté quelques lumières dans un fouillis immense de noms et de faits; depuis une vingtaine d'années, en effet, les auteurs accumulaient les descriptions d'une quantité d'images auxquelles chacun donnait un nom sans essayer de les relier les unes aux autres. Prenant fait d'abord remarquer qu'il est nécessaire de séparer du protoplasma différencié les corps qui ne font plus partie du protoplasme, qui sont devenus enclaves, ou les corps logés dans la cellule, qui proviennent soit du protoplasme, mais qui s'en sont trop différenciés pour être encore assimilés à cette substance, soit du noyau; la liste en est longue : « Ce furent d'abord, dans les mailles du cytoplasme, des grains produits par la sécrétion cellulaire (R. Heidenhain, Ranvier, Nussbaum, Langley). Ce fut le Nebenkern ou Nebenkörper des cellules séminales et des cellules glandulaires (La Valette Saint-Georges, Nussbaum). Ce fut le corpuscule central ou centrosome (E. Van Beneden, Boveri), le corpuscule intermédiaire (Flemming); puis une foule de formations variées, rapportées les unes au centrosome, les autres au Nebenkern; dans les œufs, le noyau vitellin (Carus), le corps vitellin de Balbiani (Henneguy); dans les cellules séminales, le mitosome (Platner, Henking), le corps problématique de Platner, le moignon fusorial de Bolles Lee, le ligament cellulaire de K. W. Zimmermann, la vésicule archoplasmique de J. F. S. Moore, C. Niessing, P. Bouin, l'archoplasma de Moore ; dans les globules sanguins, les plasmocytoblastes d'Eisen, ailleurs les corps tingibles de Flemming; dans les cellules glandulaires, les formations nucléoïdes de Lukjanow, les parasomes d'Henneguy et combien d'autres encore! » Toutes ces formations ne font pas, pour ainsi dire, partie du protoplasme. Pour montrer un exemple de ce que je veux dire, je prendrai ces corps qu'Henneguy a vus dans l'hépato-pancréas de l'Ecrevisse, les *parasomes*, que Vigier a nommés *pyrénosomes* et que j'ai moi-même étudiés dans l'hépato-pancréas d'un grand nombre de Crustacés. Ce sont des corps qui, lorsqu'ils sont bien formés, se montrent sous l'aspect d'une sphère homogène, se colorant de la même façon que le protoplasm et souvent entourés de stries concentriques. Vigier a montré que ces formations provenaient du nucléole, qui sortirait du noyau en totalité; je ne suis pas tout à fait d'accord avec cet auteur sur la sortie *in toto* du nucléole; un certain nombre de faits et d'expériences m'ont conduit à penser que ce corps devait être formé par une petite émanation du nucléole hors du noyau, laquelle, au contact du protoplasme, se gonfle et prend l'aspect que nous lui voyons. Quoi qu'il en soit, ce corps semble bien être formé par le nucléole, et le nom que lui a donné Vigier me semble tout à fait juste. On voit bien qu'un semblable corps ne saurait être assimilé à une formation protoplasmique ; mais, si le parasome n'est pas une différenciation du protoplasme, les stries concentriques que l'on observe autour de lui en sont; c'est la preuve de la réaction du protoplasme au contact du parasome. Il en serait de même pour le centrosome, représenté dans les œufs par le corps vitellin de Balbiani, et dans les éléments séminaux par l'idiozome de Meves; le centrosome, par lui-même, est un petit organe de la cellule, indépendant au même titre que le noyau ; on ne peut le considérer comme une différenciation du protoplasme; mais les stries concentriques qui se disposent autour de lui, ou les figures rayonnées que l'on voit dans les leucocytes ou pendant la karyokinèse, représentent un état spécial du protoplasme qui s'est différencié et que Prenant a rangé sous l'épithète générale de protoplasma supérieur.

Ces différenciations du protoplasma, ou plutôt ce protoplasma différencié que l'on voit apparaître dans tous les phénomènes où l'activité de la cellule se déploie en grand, représenteraient, comme le dit Prenant, « un protoplasma de choix, un protoplasma supérieur ». De même que, dans le noyau, la chromatine est la partie différenciée que nous voyons s'agencer sous forme de chromosomes, de même, dans le protoplasma, on peut constater l'existence d'une sorte de chromatine cytoplasmique, de cytosomes qui interviennent au moment du travail et qui nous donnent une preuve objective de cette activité.

Là aussi, la liste des désignations est longue: c'est le kinoplasme de Strassburger, qui forme dans les cellules végétales les fibres du fuseau;

l'archoplasme de Boveri, qui est accumulé autour du centrosome et fournit aussi les fibres du fuseau; les corps protoplasmiques, les organes alloplasmatiques et les formations ergastiques de Meyer; l'ergoplasma de Davidoff; le centrodeutoplasma et le centroplasma d'Erlanger; l'idiozome de Meves, qui doit être, comme nous l'avons vu, rattaché au centrosome; etc., etc.

Garnier et M. et P. Bouin, dans des travaux qui sont maintenant classiques en France, ont décrit sous le nom d'*ergastoplasma* « une substance protoplasmique spéciale, d'essence supérieure, dont la propriété la plus caractéristique réside dans la faculté d'élaborer en transformant (εργαξομαι) pour produire des matières particulières, qui se déposent dans le corps cellulaire ». Cela s'applique à l'ergastoplasme des cellules glandulaires, en dehors du travail de division. Pendant la division, c'est aussi à une forme du protoplasma supérieur, le kinoplasma, analogue à l'ergastoplasma, que nous devons les filaments qui rayonnent autour du centrosome et ceux qui forment ce que l'on appelle le fuseau achromatique.

Toutes les formations précédentes, que nous croyons parfaitement légitime de ranger avec Prenant dans un même protoplasma supérieur, présentent comme caractères chimiques particuliers de ne prendre que les colorants qui teignent la chromatine du noyau; suivant l'expression consacrée, elles sont basophiles; on peut les voir ou tout au moins les deviner par les procédés ordinaires de coloration, mais, pour bien les mettre en évidence, on se sert le plus souvent du procédé classique de Heidenhain: mordançage par l'alun de fer et coloration par l'hématoxyline, puis décoloration par l'alun de fer; avec ce procédé, tout ce qui est ergastoplasme, kinoplasme se colore en gris noir. Mais il est des différenciations dont la coloration exige des procédés absolument spéciaux, qui présentent des formes précises (ce qui n'est pas le cas pour l'ergastoplasma, ainsi que nous le dirons plus loin) et qui, par conséquent, doivent peut-être être séparées de la notion d'ergastoplasma. Ce sont les bioblastes ou granula d'Altmann, les plasmosomes d'Arnold et enfin les mitochondries de Benda, dont il a été tant parlé pendant ces dix dernières années et qui, par leurs caractères et leurs réactions, semblent bien devoir occuper une place spéciale.

Dans ce travail, forcément très restreint, nous étudierons la forme sous laquelle on voit le plus souvent l'ergastoplasma; nous passerons ensuite aux bioblastes, aux plasmosomes et aux mitochondries; enfin, bien que la question soit loin d'être au point et que de nombreux travaux soient encore nécessaires pour élucider la part qui doit être donnée à chacune de ces différenciations, nous essaierons de nous rendre compte des rapports qui existent entre elles.

I. — Ergastoplasme.

Ce qui caractérise l'ergastoplasme, au point de vue morphologique, c'est sa disposition généralement filamenteuse, et, au point de vue chimique, une assez grande affinité pour les colorants nucléaires ou basiques. Pour le bien voir, ainsi que je l'ai dit plus haut, on se sert le plus souvent de la coloration d'Heidenhain à l'hématoxyline, après mordançage par l'alun de fer; mais on peut le mettre aussi en évidence par d'autres procédés, tels que la safranine, le violet gentiane et l'orange; il se colore alors par les couleurs basiques, soit la safranine, soit le violet. En somme, pour voir l'ergastoplasme, il n'est pas nécessaire de faire appel à une technique spéciale, comme nous le verrons

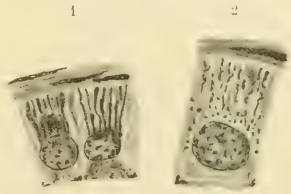


Fig. 1. — *Cellule des canaux excréteurs de la parotide de l'homme.* — 1. Première phase de la période d'activité; l'ergastoplasme est en bâtonnets. — 2. Fin de la période de sécrétion; les bâtonnets sont remplacés par des grains. (D'après Garnier.)

pour les bioblastes d'Altmann ou pour les mitochondries de Benda.

Les descriptions que Garnier en a données sont restées absolument classiques; aussi est-ce à cet auteur que nous nous rapporterons le plus pour étudier ces formations.

L'ergastoplasme occupe toujours la base de la cellule, entre le noyau et la membrane basale; on peut le voir disposé de deux façons différentes: ordonné suivant la forme des cellules ou non. Ainsi, dans le premier groupe, nous pouvons ranger les bâtonnets que Heidenhain a décrits dans les tubes contournés du rein et dans les canaux des glandes salivaires (fig. 1); dans le deuxième groupe, ceux que l'on voit dans les cellules du fond des culs-de-sac des glandes salivaires (fig. 2 et 3), du pancréas, etc., c'est-à-dire dans des cellules dont la forme est moins précise; parfois même, dans ces cellules, les filaments présentent une vague orientation perpendiculaire à la membrane basale.

D'autres fois, l'ergastoplasme forme un paquet

plus ou moins sphérique, qui a été décrit autrefois sous le nom de *Nebenkern*.

La disposition en filaments peut être remplacée par une disposition granuleuse; nous verrons que ces deux aspects correspondent à des stades différents du fonctionnement.

La forme en bâtonnets de l'ergastoplasme a été

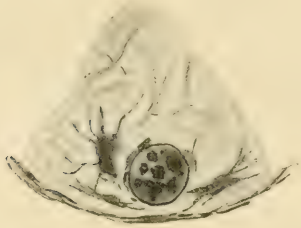


Fig. 2. — *Cellule des glandes séreuses de la base de la langue chez l'homme.* — Ergastoplasme diffus en continuité avec le réseau protoplasmique, et en rapport avec le noyau entouré d'une atmosphère chromatique. (D'après Garnier.)

décrite pour la première fois par Heidenhain, en 1874, dans le rein et les glandes salivaires. Heidenhain était arrivé à dissocier ces bâtonnets, à les séparer des cellules et à les obtenir libres par des macérations dans le chromate neutre d'ammoniaque. Il avait pensé avoir affaire à des canalicules contenant des files de grains; Klein (1879) les considéra comme des trabécules plus épaisses du réseau protoplasmique; Landowsky (1888), Rothstein (1891), Sauer (1895) les considéraient comme formés de files de grains, ce qui est aussi l'opinion de Théohari qui les a étudiés en les colorant par la méthode d'Altmann; Krause (1895) les voit aussi disposés en files de grains dans la parotide et la

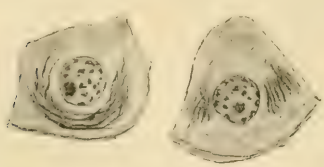


Fig. 3. — *Cellules de la glande sous-maxillaire de l'homme.* — 1. L'ergastoplasme en filaments fins forme une corbeille au-dessous du noyau. — 2. L'ergastoplasme en deux faisceaux est disposé parallèlement à la hauteur de la cellule. (D'après Garnier.)

sous-maxillaire du Hérisson. Le nombre des auteurs qui se sont occupés de cette question est considérable et nous ne saurions les citer tous; parmi les principaux, nous nommerons seulement : Eberth, Muller (1892), Ver Ecke (1893), qui les voient dans le pancréas; Mouret (1895), qui voit en eux une substance prézymogène; Erik Muller (1898); Giannelli (1898); Solger, qui les avait décrits en 1894 sous le nom de filaments basaux dans les cellules de la sous-maxillaire; etc.

Bâtonnets ou files de grains, ces deux formes correspondent bien à la réalité, mais, comme nous le disions plus haut, répondent à des états différents de la sécrétion. Garnier, dans les canalicules salivaires de la parotide de l'homme, les voit se présenter sous ces deux aspects (fig. 1). Il décrit des éléments dont « la partie basale, d'apparence striée, se décompose, en effet, dans certaines circonstances, en séries parallèles de fibres rectilignes, trapues, méritant à bon droit l'appellation qu'on leur applique (bâtonnet). Lorsque les bâtonnets sont développés au maximum, leur extrémité basale touche à la membrane limitante, et leur bout central vient se mettre en contact avec le noyau. Dans un troisième état, au lieu de ces filaments, on ne voit plus que des grains dont un grand nombre sont encore rangés en lignes, et c'est par un examen attentif qu'on peut reconnaître entre eux de minces travées légèrement basophiles qui semblent s'effacer. »

Dans les cellules où l'ergastoplasme n'est pas aussi régulièrement ordonné, les filaments se placent au-dessous du noyau, entre lui et la membrane basale. Garnier les décrit (glandes de von Ebner, placées à la base de la langue) comme faisant partie du réseau protoplasmique : « Ils ont l'apparence de grosses fibres irrégulières, à contour anguleux, hérissées d'anastomoses plus fines et surtout transversales. Leur direction correspond au grand axe de la cellule. Ils s'orientent ainsi de chaque côté du noyau, qu'ils touchent de fort près (fig. 2). » Cette description s'applique à de gros filaments, le plus souvent safranophiles dans la triple coloration de Flemming (safranine, violet gentiane, orange). D'autres fois, les filaments sont beaucoup plus fins (fig. 3); ils forment alors au-dessous du noyau une sorte de corbeille; ils sont flexueux et leurs extrémités se continuent avec le réticulum.

A mesure que le bagage sécrétoire s'accumule dans la cellule, sous forme de grains, contenus dans les mailles du cytoplasma, et que l'on appelle les grains zymogènes, les filaments ergastoplasmiques diminuent de grosseur, et bientôt on ne voit plus que de vagues traînées à peine visibles.

La formation de l'ergastoplasma dans les actes sécrétoires présente des rapports avec l'état de richesse de la chromatine du noyau. Garnier admet un rapport direct; d'après cet auteur, « le protoplasma du corps cellulaire est bien certainement en rapport de continuité avec les éléments consti-

tuants du noyau, par l'intermédiaire de fines fibrilles qui s'insèrent sur la membrane chromatique et se continuent avec la charpente de linine (Carnoy) ». Un tel rapport nous semble un peu trop précis ; mais un fait plus certain, c'est que la chromatine du noyau varie dans de grandes proportions à mesure que s'élabore le matériel ergastoplasmique ; toutefois, il est difficile d'établir un rapport exact entre les différentes phases de la sécrétion et la richesse en chromatine du noyau.

A côté des formations filamenteuses de l'ergastoplasme, on voit aussi, comme je l'ai dit plus haut, une formation connue depuis longtemps sous le nom de noyau accessoire, le *Nebenkern* des auteurs allemands. Le *Nebenkern* a été observé pour la première fois par Gaule (1881) dans diverses cellules (érythrocytes, moelle des os, tissu conjonctif, foie et pancréas de Grenouille) ; cet auteur avait pensé avoir affaire à des parasites. Il a été ensuite étudié par Nussbaum, qui lui donna son nom et le rapprocha des *Nebenkerne* observés par La Valette Saint-Georges dans les spermatocytes et le noyau vitellin.

Ogata admet que le *Nebenkern* est formé de « plasmosomes provenant du noyau » et Platner en suit l'évolution pendant la sécrétion. Il m'est difficile de citer ici les nombreux auteurs qui se sont occupés de cette question ; l'étude des corps figurés de la cellule d'origine nucléaire a été une des plus fouillées, et la plupart des cytologistes de tous pays en ont décrit ; cette étude sortirait même du cadre de notre travail, si le *Nebenkern* ne présentait de grands rapports avec l'ergastoplasme. Henneguy a montré, en effet, que, chez la Salamandre, « les *Nebenkerne* des cellules pancréatiques ont deux origines différentes. Les uns sont formés de chromatine et proviennent du noyau, généralement altéré, en voie de chromatolyse ; on peut les appeler pyrénosomes (ceux-ci ne doivent pas être confondus avec les pyrénosomes de Vigier). Les autres sont de nature protoplasmique, et résultent de la condensation de filaments protoplasmiques autour d'une vacuole ou d'un produit de sécrétion solide ». Ces derniers sont donc formés par de l'ergastoplasme ; ce sont les plus répandus. La vésicule centrale peut disparaître, les fibrilles se soudent et le tout forme un corps plus ou moins homogène.

Laguesse a étudié très en détail l'évolution de l'ergastoplasme dans le pancréas de la Salamandre ; il le voit chez cet animal sous l'aspect de vermicules, c'est-à-dire de petits filaments de calibre assez régulier, minces, mousses à l'extrémité, plus ou moins flexueux et incurvés ; quelques-uns sont très courts, presque punctiformes ; d'autres, très longs, décrivent plusieurs flexuosités. Dans d'autres cas, ils sont variqueux et chaque varicosité contient une granulation de même aspect que le zymogène. Il en conclut que les grains se différencient dans l'intérieur des filaments, donnant ainsi des images en chaînettes.

Laguesse, devant la variété des formes qu'il a observées, propose le mot général d'ergastidion pour désigner chaque formation distincte, ne réservant le mot d'ergastoplasme que pour « l'ensemble du plasma élaborateur ».

A peu près en même temps que Garnier, les frères Bouin observaient (1898 et 99) les filaments ergastoplasmiques dans la cellule mère du sac embryonnaire des Liliacées et dans les ovocytes d'*Asterina gibbosa* (fig. 4). Ils ont constaté que les

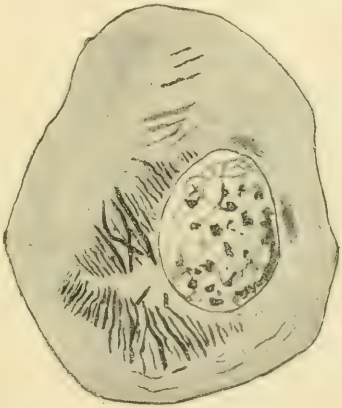


Fig. 4. — *Ovocyte d'Asterina gibbosa.*
(D'après M. et P. Bouin.)

filaments ergastoplasmiques se différencient par l'épaississement et le changement de chromaticité de certaines travées du réticulum protoplasmique ; celles-ci deviennent alors basophiles et se colorent par les mêmes colorants que le noyau ; une fois formées, elles tendent à se grouper et à se fusionner par une sorte de « gélification », formant ainsi des corps paranucléaires. Pendant que les filaments ergastoplasmiques s'édifient, phénomène qui se passe au voisinage du noyau, celui-ci subit une sorte de « déchromatisation ».

Doit-on ranger dans l'ergastoplasme les formations filaires qui apparaissent dans la division indirecte? On sait que, dans une cellule en division karyokinétique, on voit une figure d'une élégance remarquable, formée de filaments fins qui se colorent par les teintures basiques ; autour des deux centrosomes placés à chaque pôle de la cellule, il y a une irradiation de filaments fins et droits, et, allant de l'un à l'autre centrosome en traversant l'ensemble

des chromosomes, un faisceau de filaments qui offrent l'aspect d'un fuseau (fig. 5); ces filaments sont plus fins et plus précis que ceux qui forment l'ergastoplasme des cellules secrétantes, mais, comme eux, ils se colorent par les colorants basiques. Ils représentent aussi un protoplasma supérieur différencié en vue d'une activité spéciale. Prenant résume cette question en s'exprimant ainsi : « On pourra qualifier de substance archoplasmique, kinoplasmique ou ergastoplasmique toute substance du cytoplasma qui naîtra par différenciation de ce cytoplasme, conservant, au début de son évolution du moins, des rapports de continuité; qui s'en distinguera par une chromaticité spéciale et par une figure particulière, par exemple filamenteuse; qui jouera un rôle prépondérant dans les actes divers de la vie cellulaire, par exemple dans la division des cellules et dans l'élaboration des produits cellulaires variés; dont la destinée sera enfin de disparaître, ce rôle accompli, en laissant ainsi un résidu sans importance fonctionnelle. » Ainsi comprise, la notion de l'ergastoplasme est des plus vastes, mais il n'y a pas identité entre les diverses espèces, il n'y a qu'équivalence, et Prenant ajoute : « Nous pensons qu'il y a autant de protoplasmes supérieurs, voisins, mais différents les uns des autres, qu'il y a de manifestations analogues, mais diverses, de l'activité cellulaire. »

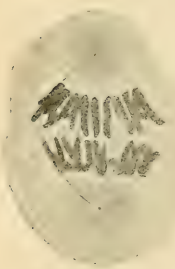


Fig. 5. — *Division indirecte ou karyokinèse dans une grosse spermatogonie de Salamandre.* (D'après Flemming.)

En résumé, au point de vue morphologique, l'ergastoplasme, dans les cellules glandulaires, se présente sous une forme un peu imprécise, le plus souvent filamenteuse; c'est, au début, une partie différenciée du réticulum cytoplasmique; plus tard, à mesure que se fait le travail de sécrétion, il se résout plus ou moins en grains; il a une grande affinité pour les colorants basiques et semble se former à l'aide des substances nucléaires. Nous le trouvons aussi disposé de cette manière dans les œufs, où les formations filamenteuses qui précèdent l'apparition du vitellus ont reçu des dénominations nombreuses dont nous donnerons le résumé plus loin en traitant des mitochondries.

II. — Les bioblastes d'Altmann.

La découverte des bioblastes est déjà ancienne. C'est en 1886, en effet, qu'Altmann a pu démontrer pour la première fois la présence, à peu près constante, dans la plupart des cellules, de petits grains auxquels il a donné la plus grande importance. En fixant les éléments par du bichromate de potasse et de l'acide osmique, en les colorant par de la fuchsine acide et en différenciant par de l'acide picrique, il a pu mettre en évidence dans la plupart d'entre eux, mais surtout dans les éléments glandulaires, une foule de petits grains et de petits filaments plus ou moins sinueux, petits bâtonnets droits ou courbes ou en crochets; ces grains et ces filaments se colorent en rouge vif par la fuchsine et tranchent vigoureusement sur le reste du protoplasma coloré en jaune (fig. 6). Avec différents modes de fixation (azotate de mercure et acide formique ou acétique), dont il variait les proportions, Altmann a obtenu soit la coloration des grains seuls, soit celle des filaments seuls. Cette méthode est véritablement très élégante, et, lorsqu'elle est bien réussie, les préparations sont des plus démonstratives; mais je ne pense pas qu'elle nous apprenne rien de plus que la méthode de Benda, que nous exposerons plus loin; en outre, elle n'est pas très spécifique et, en dehors des grains et des filaments qui doivent être rangés dans les mitochondries et les chondriomites que Benda a étudiées par sa méthode, elles colorent aussi les grains de sécrétion, dits grains de Claude Bernard, qui ne font plus partie de la structure protoplasmique.

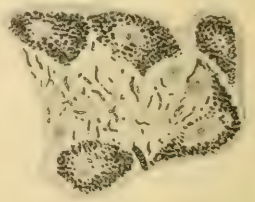


Fig. 6. — *Bioblastes d'Altmann dans l'intestin du chat.* (D'après Altmann.)

Altmann, par ses méthodes, a montré ainsi l'existence de différenciations protoplasmiques dont il a pu suivre l'évolution dans des actes tels que la sécrétion; mais il a donné trop d'ampleur à ses constatations et, sur ce terrain, il n'a pas été suivi. Pour lui, en effet, ces granulations sont la partie fondamentale, essentielle, les éléments vraiment vivants du protoplasma; c'est à cause de cette raison qu'il leur a donné le nom de bioblastes. Il considère que le protoplasma est une colonie de bioblastes réunis par une substance indifférente, comme une zooglée de micro-organismes. Il les distingue en bioblastes du corps cellulaire (somatoblastes) et bioblastes du noyau (caryoblastes). Pendant la sécrétion, il voit des filaments de toute taille mêlés; plus tard, il les voit se dissocier en chaînettes de petits grains, qui donneront des amas de grains de sécrétion; il en conclut que les filaments sont formés par des bioblastes primaires, mais que

ceux-ci sont trop petits pour être vus; ce n'est qu'au moment de la sécrétion qu'ils se développent en filaments végétatifs : « Le but des filaments végétatifs est apparemment de favoriser la génération d'un plus grand nombre de nouveaux granules dans un temps plus court. » Poursuivi par cette idée que les bioblastes constituent la partie vivante de la cellule, et comme il voit dans les cellules pigmentaires le pigment s'élaborer à leur contact, Altmann va jusqu'à dire que, dans ces éléments, le pigment est la partie vivante; or, comme le fait remarquer Henneguy : « Il faudrait admettre que quand, ainsi que cela arrive fréquemment, la cellule perd son pigment, elle cesse également de vivre. »

Altmann a, comme nous le disions plus haut, exagéré la portée de ce qu'il a vu; mais, ainsi que le montre Laguesse, il a commencé à mettre en lumière la formation des grains de sécrétion aux dépens des filaments de la base. On voit donc que l'évolution de ses bioblastes ressemble beaucoup à celle des filaments ergastoplasmiques de Garnier et des frères Bouin.

III. — Plasmosomes d'Arnold.

Arnold, par un procédé de macération dans l'iode ioduré, a pu mettre en lumière dans les cellules des corpuscules qu'il a appelés des plasmosomes. Ces corpuscules, qu'il a trouvés dans les leucocytes, la moelle osseuse, diverses cellules épithéliales, se montrent formés de rangées de petits grains réunis les uns aux autres par de fins filaments. Ce qu'il y a de plus intéressant dans les recherches d'Arnold, c'est qu'il a pu étudier ses plasmosomes sur l'animal vivant, en les colorant par le rouge neutre; dans la langue de la grenouille, dans la queue du têtard, les plasmosomes se colorent en rouge, augmentent de volume et deviennent de gros granules rouges.

Arnold a montré d'une façon très ingénieuse que ces granules sont en rapport avec les modifications subies par les produits qui s'élaborent ou se détruisent dans la cellule. Ainsi, si l'on place dans le sac lymphatique dorsal de la Grenouille ou dans la moelle des os des Lapins de la limaille de fer, on trouve dans les cellules lymphatiques des grains qui présentent les réactions du fer. La graisse se dépose au contact des grains, et c'est aussi contre eux que se fait l'élaboration du glycogène dans les cellules hépatiques.

Bien qu'accomplissant des réactions différentes vis-à-vis des diverses substances qu'ils contribuent à élaborer, ces plasmosomes sont de même nature; il ne se forme pas, par exemple, dans les cellules du foie, un plasmosome dont le seul rôle sera de transformer le glycogène; ce plasmosome, placé vis-à-vis de la graisse ou du fer, fixerait aussi bien ces substances et changerait ses réactions. Le plasmosome serait donc la partie réellement active du protoplasme; malheureusement, l'étude en est délicate et l'on ne sait pas encore exactement à quoi il correspond sur les coupes. A ce propos, Laguesse s'exprime ainsi : « Le plasmosome existerait dans la plupart des cellules; il représenterait une parcelle de protoplasme, ou plastide individualisée pour l'élaboration. Il y a là évidemment une conception très voisine de l'ergastoplasma, mais qui, jusqu'ici, ne semble pas s'y relier avec une netteté absolue. Il reste douteux que le plasmosome soit identique à l'ergastidion; le premier se colore par le rouge neutre, tandis que le second prend le vert Janus et laisse le rouge neutre au grain de Cl. Bernard, si on fait la double coloration. »

IV. — Les mitochondries.

L'expression, ainsi que l'étude des mitochondries, est due à Benda; mais, si Benda a bien pu les isoler, grâce à sa méthode particulière, il ne faudrait pas croire qu'on ne les avait pas vues avant lui; nombre d'auteurs, La Valette Saint-Georges, entre autres, avaient autrefois décrit des grains isolés ou en chaînettes qui sont des mitochondries; mais c'est Benda, puis Meves, qui les ont rendues pour ainsi dire populaires et qui en ont fait une entité spéciale du protoplasma qui doit jouer un rôle tout à fait important, si important que Meves va jusqu'à leur attribuer la transmission des caractères héréditaires. Nous les voyons toujours présentes dans les moments d'activité des cellules, soit qu'elles interviennent dans la formation des organes de mouvement, soit qu'elles prennent part à l'élaboration du matériel de sécrétion. Elles sont excessivement répandues et l'on en trouve, sous leurs différentes formes de mitochondries, chondriomites et chondriocontes, dans la plupart des cellules, à un instant au moins de leur évolution.

Benda les a observées, d'abord, dans les cellules formatrices des spermatozoïdes (spermatogonies, spermatocytes et spermatides) et leur a appliqué ce nom en 1898; il les a ensuite recherchées et trouvées dans les cellules génératrices des œufs, puis dans de nombreuses cellules de toute espèce et surtout dans les cellules épithéliales glandulaires La constance de ces organites et leur indépendance pendant la division de la cellule l'ont conduit à reconnaître en elles une des parties constituantes du protoplasme des plus importantes. « Lorsque j'eus établi, dit-il dans son travail sur la mitochondrie, qu'elle mène toujours une existence isolée, prouvée d'une façon évidente par la continuation de son existence pendant la mitose, je suis arrivé à cette

conclusion qu'il faut voir dans cette granulation un élément constitutif spécifique de la cellule animale, un organe cellulaire pour lequel j'ai proposé le nom de *mitochondrie* (Μιτος, fil, et Χόνδρος, grain) ».

Ce qui a permis à Benda de classer cette granulation d'une façon spéciale, c'est sa réaction de coloration spécifique. C'est, en effet, son principal critérium, et nous pourrions dire : tout ce qui se colore par la méthode de Benda doit être classé comme de nature mitochondriale, sauf toutefois quelques grains de sécrétion qui prennent cette coloration, dans le rein par exemple, mais que leur taille et leur disposition ne permettent pas de confondre avec les mitochondries; toutefois, il est possible de les colorer par d'autres procédés : Van der Stricht, Regaud, d'autres auteurs les ont colorées par l'hématoxyline ferrique, mais alors on risque de colorer d'autres substances qui ne se coloreraient pas par la méthode de Benda. Etant donnée, par conséquent, l'importance de cette coloration, j'en indiquerai rapidement la conduite : les pièces, en aussi petits fragments que possible, sont fixées avec un liquide à peu près semblable au liquide de Flemming (liquide osmo-chromo-acétique), mais un peu moins riche en acide acétique; elles sont mises, sans être lavées, dans un mélange d'acide pyroligneux et de bichromate de potasse; ainsi fixées, on les monte dans la paraffine, suivant les procédés ordinaires, en ayant soin de les laisser dans l'obscurité. Les coupes faites et montées sur lames sont mordancées dans l'alun de fer, puis colorées par de l'alizarine sulfo-conjuguée, puis par du crystal-violet; on enlève l'excédent de couleur avec de l'acide acétique. Par cette méthode, qui est assez délicate, car une bonne fixation est aussi importante qu'une coloration soignée, et qui est assez longue, on obtient des images où les mitochondries, vivement colorées en violet foncé, tranchent sur le reste du protoplasme coloré en jaune brunâtre; le noyau lui-même est à peine coloré.

Dans des préparations ainsi faites, on voit les mitochondries en amas, plus ou moins importants, sous la forme de petites granulations sphériques, toutes égales de taille; il semble que l'on ait sous les yeux une cellule remplie de microcoques; dans d'autres cas, les granulations sont ordonnées en chaînes, et forment ainsi des files plus ou moins onduleuses semblables à des streptocoques et que Benda a désignées sous le nom de chondriomites; enfin, Meves a signalé un troisième mode de disposition qu'il a appelé chondriocontes (Κοντός, bâton) : ce sont des filaments qui ne peuvent être décomposés en grains, mais qui présentent les réactions des mitochondries et qui, par conséquent, sont formés de la même substance.

Autour du centrosome au repos, on voit les mitochondries se disposer en amas très dense; elles forment ce que Benda a appelé le corps mitochondrial (fig. 7); Meves pense que l'on doit reconnaître dans le Nebenkern des spermatides l'amas mitochondrial qu'il a étudié chez le *Pygæra* et que Benda avait vu auparavant chez le *Blaps*. Champy, qui l'a étudié chez le *Bombinator*, en voit souvent deux : l'un, généralement régulier, est disposé autour de la sphère attractive (corps mitochondrial principal); l'autre est indépendant du centre cellulaire (corps mitochondrial accessoire). Mais, lorsque le centrosome exerce son action attractive, ainsi qu'on le voit dans beaucoup de cellules au repos, les leucocytes, par exemple, ou bien au moment où la cellule se prépare à la division, les rayons qui s'étendent autour de la sphère sont formés aussi de mitochondries.

Mitochondries, amas mitochondriaux, chondriomites et chondriocontes, tels sont donc les différents aspects que peuvent revêtir ces organites cellulaires, dont le rôle, bien qu'encore un peu hypothétique, semble être, ainsi que je l'ai déjà dit, de la plus haute importance dans l'activité protoplasmique.

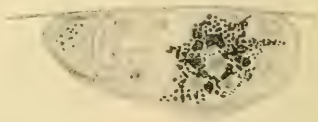


Fig. 7. — *Spermatogonie de Bombinator avec corps mitochondrial.* (D'après Benda.)

C'est donc dans les cellules de la lignée spermatique que Benda les a découvertes et étudiées; dans ces cellules, où l'activité protoplasmique est destinée à se transformer en mouvement, elles viennent se placer à la base de la queue, à l'endroit où le mouvement doit se produire.

Dans les testicules de la Souris, Benda a vu les faits suivants : Dans les spermatogonies et dans les spermatocytes (fig. 8), c'est-à-dire dans les cellules des premiers stades, les granulations ne sont encore que peu nombreuses; elles sont distribuées un peu partout autour du noyau, sous la forme de petites chaînes (chondriomites); l'archiplasme, c'est-à-dire la partie du protoplasme qui renferme le centrosome, en est libre. Dans les spermatides, tout de suite après leur formation, elles sont nombreuses et, pendant toute la spermiogénèse (c'est-à-dire la transformation de la spermatide en spermatozoïde), elles semblent augmenter en nombre; elles sont placées un peu partout sans ordre bien défini; cette augmentation se ferait par division des mitochondries, division que Fauré-Frémiet a pu suivre sur

le vivant chez des Infusoires, comme je l'exposerai plus loin. Dès que la tête a atteint son complet développement, et que le filament axial se voit nettement, la pièce intermédiaire se recouvre d'une

Fig. 8. — *Testicule de souris, montrant des mitochondries dans des cellules de Sertoli* (A), *dans des spermatogonies* (B), *dans des spermatocytes* (C) *et dans les spermatides* (D). (D'après Benda.)

couche épaisse de petits grains, tandis que le reste du protoplasme, qui n'en renferme plus, se présente comme suspendu sur la tige en formant une vésicule transparente. A ce moment, les grains sont encore accumulés sans ordre, mais bientôt on reconnaît, entre les tas irréguliers, quelques lignes transversales très précises. Ensuite, surtout dans les spermatozoïdes détachés et libres dans la lumière des tubes séminipares, on voit que ces lignes se sont réunies pour former une élégante spirale parfaitement régulière qui entoure la pièce intermédiaire. Dans les spermatozoïdes contenus dans l'épididyme, cette spirale ne forme plus qu'une masse homogène (fig. 9).

Ces formations n'ont pas été découvertes par Benda : cet auteur n'a fait que les rattacher à ses mitochondries; avant lui, de nombreux auteurs avaient suivi ces transformations. A. von Brunn, en 1884, avait vu les grains se rapprocher du filament axial et se tasser contre lui, si bien qu'à un certain moment, dit cet auteur, « la pièce intermédiaire qui se trouve encore dans la cellule prend l'aspect d'un épis de maïs ». Il décrit ensuite la formation en spirale.

Dans la spermatide de la Salamandre, Hermann avait signalé des amas granuleux; Platner les a vus chez l'*Helix*; Heidenhain a décrit, sous le nom de pseudochromosomes, des formations filaires très épaisses, etc. Toutes ces différenciations peuvent se rattacher au protoplasma supérieur, à l'ergastoplasma; mais Benda et aussi Meves, qui a appuyé les hypothèses de Benda et les a même parfois poussées plus loin que lui, ont montré, par la méthode au crystal-violet, qu'elles étaient toujours formées ou accompagnées de mitochondries.

Benda a observé des phénomènes analogues à ce qu'il a vu chez la Souris, chez les Colimaçons et les Planorbes. Meves, qui a étudié la spermatogénèse chez le *Paludina* et le *Pygæra*, a observé des faits fort intéressants sur la disposition des mitochondries suivant qu'il s'agit des spermatozoïdes eupyrènes ou oligopyrènes. Chez ces animaux, il y a deux espèces de spermatozoïdes; les uns possèdent une quantité normale de substance nucléaire (eupyrènes), les autres ne présentent qu'un seul chromosome (oligopyrènes); nous ne pouvons entrer dans le détail de leur genèse, mais ce que nous dirons, c'est que, dans les deux cas, les mitochondries forment toujours l'organe moteur de ces spermatozoïdes, qu'ils soient eupyrènes ou oligopyrènes.

Dans l'œuf, il ne s'agit plus d'un appareil moteur, mais cette cellule dépense son activité à former un matériel nutritif plus ou moins abondant suivant les espèces : le vitellus; elle agit comme une cellule glandulaire qui conserverait son produit de sécrétion : ici aussi on voit en abondance les mitochon-

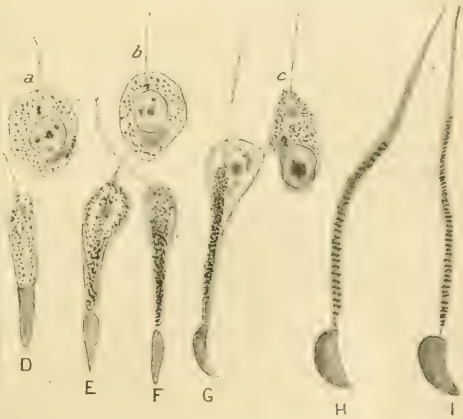


Fig. 9. — *Évolution des spermatides en spermatozoïdes chez la souris. Formation de la spirale de la pièce intermédiaire aux dépens des mitochondries.*

dries. Avant Benda, il règne une grande confusion dans la désignation des substances protoplasmiques différenciées qui concourent à la formation du vitellus. Nous trouvons, en effet, les anses archo-

plasmiques de Hermann et de Metzner, les filaments kinoplasmiques de Henneguy, les bâtonnets de Platner, de Prenant et de Murray, les centrophormies de Ballowitz et de Tostuka, les pseudochromosomes de Heidenhain, les boyaux vitellogènes de Van der Stricht, les spicules de Winiwarter, etc., toutes ces formes pouvant être ramenées à l'ergastoplasme filamenteux.

Van der Stricht, qui a suivi très soigneusement le développement de l'œuf des Mammifères et des Araignées, admet que toutes ces formations sont analogues aux pseudochromosomes de Heidenhain et à ses boyaux vitellogènes; ces deux formations ne seraient elles-mêmes que des chondriomites dans un état de développement plus avancé et dont les réactions chimiques seraient un peu transformées. Il faut dire, d'ailleurs, que cet auteur ne s'est pas servi de la méthode au crystal-violet, mais de l'hématoxyline ferrique et de la safranine. Il voit la couche vitellogène se disposer en croissant autour du noyau et s'épaissir; puis à l'intérieur de cette couche se forment « un grand nombre de différenciations spéciales, colorables par la safranine et l'hématoxyline ferrique, les mitochondries de Benda. Celles-ci peuvent se condenser en amas mitochondriaux plus volumineux ou en filaments, chondriomites, et, d'une façon constante, il apparaît à la face interne de cette zone, au voisinage immédiat du corps vitellin, une foule de filaments homogènes, très fins, les spicules de von Winiwarter ou petits pseudochromosomes ». Les pseudochromosomes, que Van der Stricht admet être formés de granulations semblables aux mitochondries, s'écartent, s'éloignent du corps vitellin avec lequel ils étaient en rapports assez intimes, se transforment par raccourcissement en boyaux vitellins constitués toujours visiblement par des mitochondries; à ce moment, leur constitution change, car ils ne présentent plus une aussi vive affinité pour les colorants nucléaires. Leur intervention dans l'élaboration du vitellus ou deutoplasme se montre nettement, car on voit bientôt se former autour d'eux des aréoles claires, remplies d'un liquide hyalin semblable à celui des petites vacuoles de vitellus nutritif.

Étant donnée l'importance des mitochondries dans toutes les manifestations de l'activité cellulaire, il est logique de penser qu'elles doivent concourir à l'élaboration des différenciations stables telles que les neurofibrilles et les fibres musculaires. Meves les a recherchées chez l'embryon et il a vu qu'en effet elles précèdent l'apparition de ces formations. Mais ici elles se montrent le plus souvent sous une forme un peu différente; la mitochondrie isolée est rare, on voit surtout de petits filaments; Meves, au début, avait employé le mot de Benda, chondriomite, pour les désigner; mais, remarquant qu'elles n'étaient point formées de grains placés les uns à la suite des autres, qu'elles étaient au contraire lisses et régulières, légèrement onduleuses, il les a appelées chondriocontes. Ces chondriocontes sont bien de la famille des mitochondries, car elles se colorent par le crystal-violet.

Godlewsky (1901-1902) a décrit la formation des fibres musculaires striées par petits grains disposés régulièrement, de façon à former de petites fibrilles très fines, qui apparaîtraient à un certain moment de leur développement. Par croissance, épaississement et différenciation de ces fibrilles, il se produit deux sortes de substances différentes et, de cette façon, la striation. Meves est d'accord avec Godlewsky pour dire que toute la fibrille, dans son ensemble, est formée par des mitochondries ou plutôt par des chondriocontes; mais, de plus, il admet que ce n'est pas à un moment de l'évolution des fibres qu'elles se développent, mais qu'elles s'y trouvent avant tout développement.

Pour ce qui est des neurofibrilles, ce seraient aussi les chondriocontes qui joueraient le rôle principal. D'après Meves, on voit dans les neuroblastes, dans le prolongement qui doit former le nerf, des chondriocontes ou plutôt des chaînons de chondriocontes qui le parcourent dans toute sa longueur et se terminent près du noyau. Les prolongements protoplasmiques du corps cellulaire qui se montrent plus tard contiennent aussi des chondriocontes; ceux-ci traversent le corps de la cellule, se rendant d'un prolongement à un autre. Plus tard, la nature chimique de ces chondriocontes se modifie lorsqu'ils deviennent neurofibrilles et leurs réactions de coloration ne sont plus les mêmes. Ce n'est donc que par l'étude de leur développement que l'on peut les rattacher aux mitochondries.

Les mitochondries, ainsi que je l'ai dit plus haut, se rencontrent partout en abondance, surtout dans les éléments glandulaires; j'ai représenté ici, grâce à l'obligeance de M. Champy, une préparation du pancréas de *Bufo pantherina* dans laquelle on voit les mitochondries se présenter sous forme de chondriocontes (fig. 10). On en voit dans toute l'échelle animale; Fauré-Frémiet les a étudiées très soigneusement chez les Infusoires. Cet auteur les a observées chez tous les Infusoires ciliés sous forme de grains épars dans tout le cytoplasme; autour de la vésicule contractile, il y en a une couche assez dense formant la membrane de cette vésicule; le cordon plasmatique qui occupe l'axe du pédoncule contractile des Vorticelles en est aussi formé. Ayant repéré par la méthode de Benda les grains mitochondriaux, Fauré-Frémiet les a retrouvés sur le vivant; il a pu ainsi les suivre dans leurs divisions; on voit nettement les grains s'étirer et se couper en

deux; et, ce qui est assez intéressant dans ces divisions, c'est qu'elles s'effectuent toutes en même temps, précédant un peu la division totale de l'Infusoire. Il a ramené à la conception des mitochondries les grains que Kunstler avait déjà vus autrefois et désignés sous le nom de sphérules.

Pendant la karyokinèse, les mitochondries persistent. Benda a, le premier, suivi leur évolution pendant la spermatogénèse de la Salamandre; il a vu que, pendant la formation du fuseau, les grains se tassent à la périphérie de la cellule et qu'il n'y en a jamais à l'intérieur des filaments du fuseau, mais que, par contre, la masse principale des rayonnements polaires est composée de filaments granuleux qui vont se perdre dans la membrane de la cellule.

Ce fait de l'indépendance des mitochondries, qui passent en parties égales dans les deux cellules produites par la division, et cet autre fait que le spermatozoïde apporte son bagage de mitochondries et que celles-ci peuvent être suivies dans toute l'évolution de l'embryon, ces deux faits, dis-je, ont conduit Meves a voir dans ces différenciations l'une des parties principales de la structure vivante; d'après cet auteur, les mitochondries joueraient un rôle important dans la fécondation et seraient un facteur de l'hérédité.

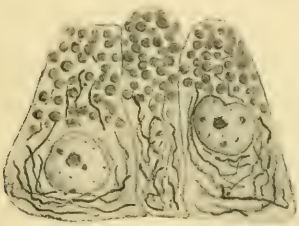


Fig. 10. — *Cellules pancréatiques d'un crapaud (Bufo pantherina) montrant des mitochondries sous forme de condriocontes et des boules de sécrétion moins colorées.* (Préparation et dessin de Ch. Champy.)

V. — Comparaison entre ces diverses formations.

Telle est la description, trop sommaire, des différenciations figurées qui font partie de la substance du protoplasme; maintenant, ce que nous devons analyser et discuter, c'est si l'on a bien affaire à des structures différentes ayant chacune leur spécificité ou bien toujours à un même protoplasme supérieur qui se présenterait suivant différentes formes en rapport avec les différents réactifs employés. La question est des plus ardues et je n'aurai pas la prétention de la résoudre ici; j'exposerai quelques arguments pour et contre, ceux que l'on peut exposer au point où la question en est arrivée.

La grande difficulté pour traiter cette question, c'est que les différentes méthodes employées ne sont pas absolument spécifiques et que, de plus, elles dépassent les résultats qu'elles doivent donner. En effet, avec la méthode d'Altmann, par exemple, on colore en même temps les mitochondries, sous forme de petits granules, et les grains de sécrétion. Champy a fait une étude comparative très soignée sur ces questions; dans une Note à la Société de Biologie, cet auteur s'exprime ainsi : « Voulant me faire une opinion, ayant d'autre part étudié et comparé en détail les mitochondries, granules d'Altmann, plasmosomes d'Arnold, dans les cellules sexuelles des Batraciens, à peu près par toutes les méthodes, j'ai entrepris l'étude du pancréas et du rein de *Bombinator* déjà étudiés par Benda. J'y ai vu, comme lui, des mitochondries; dans les cellules des tubes contournés, elles sont séparées, groupées en chaînettes ou dispersées. Dans la portion droite du tube, elles sont disposées en fins filaments; ce sont des chondriocontes. Dans les cellules des tubes contournés seulement, la méthode de Benda colore des granulations beaucoup plus grosses situées au-dessus du noyau. Ce ne sont pas des mitochondries. Les méthodes d'Altmann et de Heidenhain (hématoxyline à l'alun de fer) donnent des images exactement superposables; mais elles colorent moins fortement les grosses boules. Dans le pancréas, on obtient des résultats analogues; les mitochondries se superposent à l'ergastoplasme et aux petits grains d'Altmann. La méthode de Benda ne colore pas les petits grains de sécrétion; celle d'Altmann, les colore, au contraire, fortement. »

Pour Champy, les différences observées proviennent surtout des décolorations poussées plus ou moins loin; il considère, comme l'avait déjà dit P. Bouin, que l'ergastoplasme n'est qu'un état filamenteux des mitochondries.

Cette Note venait à la suite d'un travail de Regaud, travail présenté au Congrès des Anatomistes tenu à Marseille en 1908 et où cet auteur avait décrit la présence simultanée des mitochondries et des filaments ergastoplasmiques dans les cellules principales du fond de l'estomac du chien. Regaud les décrit ainsi : « Les mitochondries se présentent comme des bâtonnets très courts et très fins. Dans la région infranucléaire, elles sont mêlées à l'ergastoplasme, dont elles se distinguent parfaitement. Elles sont, en effet, absolument noires, tandis que l'ergastoplasme est à peine teinté de gris. (Regaud a employé la méthode à l'hématoxyline au fer.) Les mitochondries existent aussi sur les côtés latéraux de la cellule, tout à fait à la surface de celle-ci. »

Et plus loin, en conclusion, Regaud affirme que : « L'ergastoplasme et les formations mitochondriales sont distincts. »

Dans leur discussion, les auteurs précités ont étudié des images dans un état statique et se sont efforcés de les superposer plus ou moins en employant différentes méthodes de coloration, qui toutes ont le grand défaut d'être régressives, c'est-à-dire qu'on les obtient en surcolorant et en décolorant ensuite; or, par ces méthodes, la sécurité est loin d'être absolue. Pour résoudre la question d'une manière définitive, il faudrait pouvoir suivre et comparer l'ergastoplasme et les mitochondries dans les diverses périodes de leur activité.

Nous ne pouvons encore recueillir que très peu de faits dans cet ordre d'idées; cependant, dans quelques cas, il semble que l'on peut constater quelques variations dans leur évolution.

Sans aller aussi loin que Meves, qui voit dans la mitochondrie un substratum héréditaire, il nous semble bien que la mitochondrie est préformée dans la cellule au même titre que le noyau et peut-être le centrosome; dans l'œuf, où il y en a déjà, il en pénètre avec le spermatozoïde; on les voit persister et se développer au cours de l'ontogénèse, et, d'après ce que Fauré-Frémiet a vu chez les Infusoires, elles semblent bien se multiplier par division directe. Il n'en est pas de même de l'ergastoplasme, qui se différencie suivant les besoins de la cellule; c'est une formation temporaire dont nombre d'auteurs ont pu suivre l'évolution; de plus, au point de vue de son développement, nous voyons intervenir l'action du noyau; si Garnier lui a donné peut-être un rôle un peu trop direct et qu'on ne puisse vraiment pas affirmer que l'ergastoplasme soit formé par la substance même du noyau, il n'en est pas moins vrai que sa chromaticité varie avec la quantité plus ou moins grande des formations ergastoplasmiques.

Un autre fait qui a une grande importance, c'est la disparition de l'ergastoplasme dans la division indirecte, alors que les mitochondries persistent; dans la division indirecte, les formations filaires disparaissent, la cellule étant au repos pour ce qui est du travail de sécrétion; l'activité protoplasmique se traduit par le rayonnement autour des sphères attractives et les fibres du fuseau; comme le dit Prenant : « La division cellulaire et l'élaboration de substances ne sont-elles pas les deux formes possibles et seules possibles du mouvement cellulaire? Nous avons déjà laissé entendre que nous répondions par l'affirmative. Toute cellule qui ne se divise pas, s'hypertrophie ou fabrique des matériaux de réserve, ou fonctionne d'une manière spéciale. Toute cellule qui se divise est incapable de produire et ne fonctionne pas. » Autrement dit, dans le premier cas, le protoplasme supérieur est utilisé à la sécrétion; il se présente sous les formes qu'ont décrites Garnier, M. et P. Bouin, Laguesse, etc.; dans le second cas, il se présente sous la forme de la figure achromatique de la karyokinèse.

Il ne paraît pas en être de même pour les mitochondries. On peut en voir dans tout le pourtour de la cellule en division; Meves en a décrit aussi entre les fibres du fuseau, et Benda dans les fibrilles du rayonnement polaire.

Cependant, en règle générale, partout où il y a des formations ergastoplasmiques, on voit des mitochondries disposées suivant le plan de l'ergastoplasme; dans le rein, ce sont des chondriomites, parallèles comme les bâtonnets; lorsqu'il y a un Nebenkern, c'est un amas de mitochondries, le corps mitochondrial; lorsque ce sont des filaments ergastoplasmiques sans direction précise, ce sont des chaînettes plus ou moins éparses. Ne vient-il pas alors directement à l'esprit que, si ces formations sont réellement différentes et ne résultent pas de fixations plus ou moins parfaites, il y a cependant entre elles une étroite parenté; nous sommes ainsi amenés à l'hypothèse que la mitochondrie doit être une partie encore plus différenciée du protoplasma que l'ergastoplasme. Si, comme nous le croyons, nous devons placer la mitochondrie dans le protoplasme supérieur, nous devons alors lui conserver des caractères étroits et ne pas tomber avec Meves dans la notion du chondrion; elle est absolument inutile. Meves désigne sous le nom de chondrion une substance formée par les mitochondries; il a vu, ainsi que je l'ai décrit plus haut, que, dans la formation des fibres musculaires striées, des neurofibrilles, etc., les mitochondries ou plutôt les chondriocontes semblent jouer un grand rôle; plus tard, ces formations ne se colorent plus par la méthode de Benda; mais Meves admet que les mitochondries ont changé de nature chimiquement et que la substance ainsi formée est d'origine mitochondriale; c'est là le chondrion. C'est, en somme, revenir là, sous un autre nom, à ce qu'avait dit Prenant neuf ans auparavant et refaire la notion du protoplasme supérieur sous une forme détournée.

Conservons donc à la mitochondrie cette simple définition que lui donne Champy : « Des grains cytoplasmiques susceptibles de se grouper en chaînettes, de subir l'action orientante et attractive de la sphère et quelquefois de se fusionner en filaments continus. » Et j'ajouterai de se superposer à l'ergastoplasme dans la plupart des cas.

Morphologiquement, l'ergastoplasme n'a pas la précision de la mitochondrie; il est parfois plus ou moins diffus, plus ou moins irrégulier; il subit des transformations; la mitochondrie reste identique à

elle-même. Qu'il nous soit donc permis de faire une hypothèse, peut-être trop hardie, dans l'état de nos connaissances sur ces questions, mais qui nous semble répondre aux faits; nous dirons donc que l'ergastoplasme est la partie du protoplasme supérieur qui se modifie sans cesse, qui assimile les substances nucléaires pour les transformer en substances de sécrétion; c'est une différenciation éminemment variable; la mitochondrie est beaucoup plus stable, elle ne varie pas visiblement, mais sa présence nous semble nécessaire à l'activité de l'ergastoplasme. Donc, contrairement à presque tous les auteurs qui se sont occupés de cette question, nous ne confondons pas d'une façon absolue l'ergastoplasme et la mitochondrie; nous les unissons et c'est leur ensemble que nous appellerions volontiers protoplasme supérieur. Nous pensons que l'ergastoplasme se développe au contact des mitochondries par une modification spéciale du protoplasme et des substances fournies probablement par le noyau. Les mitochondries se voient souvent isolées; dans ce cas, on peut admettre qu'elles sont inertes; l'ergastoplasme serait la preuve réactionnelle de leur activité. Il peut donc y avoir des mitochondries sans ergastoplasme, mais il nous semble qu'il ne peut y avoir d'ergastoplasme sans mitochondries : le premier serait la conséquence de l'activité des secondes.

Quant aux bioblastes d'Altmann et aux plasmosomes d'Arnold, nous avons vu que ce ne sont pas des formations spécifiques, mais que l'on peut ranger les premiers dans les mitochondries et les grains de sécrétion; quant aux seconds, ils doivent probablement se rattacher aux mitochondries, mais de nouveaux travaux sont encore nécessaires pour trancher cette question[1].

A. Guieysse-Pellissier.

RÉSISTIVITÉ ET THERMO-ÉLECTRICITÉ DES NICKELS ET DE LEURS ALLIAGES USUELS

APPLICATIONS INDUSTRIELLES

Le nickel marchand, dans ces dernières années (de 1903 à 1909), a été obtenu, dans les diverses usines qui le raffinent, à un état de pureté plus grand, grâce aux perfectionnements apportés dans les traitements métallurgiques.

Ainsi, parmi les divers échantillons que nous avons pu examiner, de 1901 à la présente époque, la teneur en impuretés totales (fer, cobalt, cuivre, carbone et silicium) s'est abaissée de 2 °/₀ (qu'elle était avant 1903) à 1 °/₀ environ et même à moins de 1/2 °/₀. Ces impuretés dépendent, en outre de la composition du minerai traité, de la méthode suivie pour ce traitement.

Ainsi les minerais du Hartz, riches en cuivre et en cobalt, et d'un traitement plus difficultueux, fournissent un nickel marchand relativement riche en cuivre et en cobalt, métaux difficiles à éliminer, tandis que les minerais de Nouvelle-Calédonie (garniérite) renferment, au contraire, plus de fer et pas de cuivre.

La présence de ces métaux, dans le nickel du commerce, modifie considérablement ses propriétés électriques (résistivité et thermo-électricité), comme nous allons le montrer dans ce travail. Nous étudierons, ensuite, les propriétés des alliages courants obtenus avec le nickel et le cuivre ou le fer.

On sait que la *résistivité* et la *thermo-électricité* renseignent très nettement, par les résultats qu'elles fournissent, sur la composition chimique d'un métal impur, et qu'elles peuvent servir, concurremment avec l'analyse chimique, à déterminer l'état de pureté relative d'un métal marchand.

Nous allons exposer le résultat de nos recherches récentes sur la résistivité et la thermo-électricité du nickel et de ses alliages usuels; et nous en profiterons pour fournir des indications utiles sur *l'emploi industriel* de ces métaux et alliages.

I. — Résistivité.

§ 1. — Mesures.

Nous avons déterminé la résistivité de nos divers

[1] Pendant que cet article était à l'impression, Regaud a publié plusieurs travaux sur ces questions. D'abord, au dernier Congrès des Anatomistes, à Nancy, il s'est efforcé, en collaboration avec Mawas, de démontrer, en étudiant les cellules des glandes salivaires pendant les différentes phases de leur activité, que l'ergastoplasme et les mitochondries sous forme de chondriocontes sont des formations différentes. Ensuite, dans une Note à la Société de Biologie, il a émis l'hypothèse que les mitochondries sont des organites chargés d'extraire les substances nécessaires à l'entretien et au fonctionnement de la cellule du milieu où elle est plongée et de les fixer. Pour cette raison, à la suite de Renaut, Regaud propose d'appeler les grains qui remplissent ces fonctions des *éclectosomes*.

échantillons par la méthode du *pont de Wheatstone à corde*. Le métal ou l'alliage était contourné en spirale, que nous faisions recuire ensuite pour enlever les effets dû à l'écrouissage produit par la torsion. Chaque spirale était reliée, par deux fils de cuivre pur assez longs (dont la résistance connue était voisine de celle de la spirale), à l'une des branches du pont à corde. Une boîte d'ohms (internationaux) de 1 à 10.000 ohms, avec subdivisions de l'ohm $\left(\frac{1}{2}, \frac{1}{5}, \frac{1}{10}\text{ d'ohm}\right)$, soigneusement étalonnée par E. Ducrétet, était placée sur l'autre branche du pont : chaque spirale ayant une résistance inférieure à $\frac{1}{10}$ d'ohm, on n'utilisait que le $\frac{1}{10}$ d'ohm de la boîte étalonnée.

La spirale était portée à des températures variables à l'aide d'un bain de paraffine, dans lequel elle était complètement noyée ; la soudure chaude de notre pyromètre nickel-cuivre [1] était placée au centre de la spirale, en sorte que la soudure du pyromètre thermo-électrique et la spirale de métal ou d'alliage étaient toujours à la même température.

Nous chauffions le tout jusqu'au point d'ébullition de la paraffine pure (370°), pendant quelques minutes ; puis nous laissions refroidir lentement le bain, en faisant de temps en temps une lecture de résistance, de 300° à la température ambiante.

Comme la résistance décroît quand la température baisse, nous préparions, à l'avance, un équilibre du pont quelconque et cherchions, par tâtonnements, le moment exact de l'équilibre ; la lecture du galvanomètre du pyromètre nous fournissait, à ce moment, la différence de température exacte entre les soudures : d'où la température de la soudure chaude et, par suite, celle de la spirale.

Nous avons obtenu, avec cette méthode, des résultats très satisfaisants et très comparables à eux-mêmes, à diverses reprises. Nous avons d'ailleurs vérifié, en repérant les variations de résistance du nickel, chauffé, en même temps que la soudure d'un pyromètre, dans un four porté jusqu'à 900°, que, au delà de 340°, la *résistivité du nickel croît moins vite* qu'avant, le coefficient de température principal diminuant, et le deuxième coefficient étant *absolument négligeable* ; la variation de résistance des nickels se fait très sensiblement suivant une droite après 340° ou 330° [2].

§ 2. — Résultats.

La spirale soumise aux variations de température étant raccordée à deux fils nus de cuivre pur, ceux-ci, au voisinage de la liaison, s'échauffaient par conductibilité, et sur une faible longueur seulement, grâce à un bon refroidissement de ce circuit ; la partie chaude n'occupant qu'une faible portion du circuit, nous pouvions négliger, dans les calculs, l'accroissement de résistance de cette portion des fils de cuivre, ce qui constituait une erreur de 1 °/₀₀ environ dans les résultats.

La résistance r_t de chaque spirale étant obtenue — par différence — à quelques températures comprises entre 370° et la température ambiante, nous en déduisions, par la formule connue, la résistivité ρ_t à ces températures :

$$\rho_t = \frac{r_t \times s^{cm^2}}{l^{cm}}.$$

Puis, admettant que chaque résistivité obéit à une loi parabolique, dans l'intervalle de température en question (0° à 370°), — ainsi que l'a vérifié, pour un nickel marchand, Ph. Harrison en 1902, — nous avons calculé, pour représenter la résistivité d'un métal, — ou d'un alliage, — de 0° à t°, une formule comme celle-ci : $\rho_t = \rho_0 (1 + at + bt^2)$, dans laquelle ρ_0 est la résistivité du métal (ou de l'alliage) à 0₀, ρ_t la résistivité à t° (centigrades), a, b, des coefficients de température dépendant du métal étudié. Trois équations sont nécessaires pour déterminer les quantités : ρ_0, a et b.

Les formules trouvées pour les nickels et leurs alliages sont exposées ci-après.

1. *Nickels.* — Nous avons examiné quatre échantillons marchands de nickel, que nous désignerons comme il suit, et dont l'analyse chimique nous a fourni la composition suivante (Tableau I) :

TABLEAU I. — ***Composition des nickels marchands étudiés.***

ÉCHANTILLONS	CUIVRE	FER	COBALT	CARBONE et silicium	IMPURETÉS totales
Ni(L)	0,20 °/₀	traces.	0,15 °/₀	néant.	0,35 °/₀
Ni(F-N)₁	0,80 —	traces.	traces.	0,20 °/₀	1 —
Ni(F-N)₂	0,40 —	0,60 °/₀	0,10 °/₀	0,15 —	1,25 —
Ni(P)	traces.	1,50 —	0,50 —	0,10 —	2,10 —

L'inspection de ce tableau renseigne suffisamment sur l'origine de ces métaux marchands : les trois premiers proviennent des minerais de pyrites cuivreuses, le dernier des minerais de garniérite.

Les résistivités de ces nickels sont données par les formules suivantes :

Ni(L) . . $\rho_t = 9\ (1 + 0{,}0053\,t + 0{,}000.0055\,t^2)$ microhms (de 0° à 345°);

Ni(F-N)₁. $\rho_t = 10{,}24\,(1 + 0{,}0037\,t + 0{,}000.006\,t^2)$ — (de 0° à 340°);

[1] *C. R. Acad. Sciences*, tome CXLIII, septembre 1906, n° 10.

[2] La chaleur spécifique du nickel étant très sensiblement la même que celle du cuivre et aussi celle des alliages cupro-nickels, la vitesse de refroidissement de ces divers métaux ou alliages est la même, très sensiblement aussi : d'où des résultats très comparables.

Ni F-N $_t$. . $\rho_t = 14,25(1 + 0,0035\,t + 0,000.007\,t^2)$ microhms (de 0° à 340°);
Ni (P) . . $\rho_t = 13,25(1 + 0,0030\,t + 0,000.007\,t^2)$ — (de 0° à 330°).

Dans ces formules, — qui sont approchées à moins de 0,5 °/₀, — on remarque que : le nickel le *plus pur* [Ni (L)] a la plus faible résistivité à 0°, et le principal coefficient de température le plus élevé; que les trois autres, moins purs (de 1 à 2 °/₀ d'impuretés), ont le principal coefficient de température plus faible, mais que leur résistivité à 0° est d'autant plus grande qu'il y a *un plus grand nombre de métaux étrangers*[1].

Ces divers résultats montrent que l'existence, dans un nickel marchand, de très faibles quantités de métaux étrangers modifie d'une façon sensible sa résistivité à 0°, et la loi suivant laquelle cette résistivité varie.

2. *Cupro-nickels.* — Les quatre échantillons que nous avons étudiés sont caractérisés par leur composition chimique, figurée dans le tableau II.

TABLEAU II. — ***Composition des cupro-nickels étudiés.***

ÉCHANTILLONS	NICKEL	COBALT	FER	CUIVRE
1er échant.	9 °/₀	0,5 °/₀	1 °/₀	89,5 °/₀
2e —	20 —	néant.	traces.	80 —
3e —	30 —	néant.	traces.	70 —
4e —	40 —	néant.	néant.	60 —

Voici les valeurs trouvées pour la résistivité de ces alliages :

RÉSISTIVITÉ à $t°$

1er Echant. $\rho_t = 22,00(1 + 0,000.370\,t + 0,000.0023\,t^2)$;
2e Echant. $\rho_t = 27,26(1 + 0,000.326\,t + 0,000.000.69\,t^2)$;
3e Echant. $\rho_t = 32,35(1 + 0,000.270\,t + 0,000.000.37\,t^2)$;
4e Echant. $\rho_t = 42,39(1 + 0,000.167\,t + 0,000.000.047\,t^2)$.

Remarquons, en ce qui concerne la résistivité des cupro-nickels, que :

1° La teneur en nickel croissant, la résistivité ρ_0 croît très sensiblement en progression arithmétique jusqu'à la teneur de 30 °/₀ nickel; de 30 à 40 °/₀, elle croît beaucoup plus rapidement;

2° Les coefficients de température diminuent très rapidement quand la teneur en nickel augmente; pour l'alliage à 40 °/₀, le deuxième coefficient est absolument négligeable.

[1] Matthiessen, puis Dewar et Flemming, ont trouvé pour une variété de nickel : $\rho_0 = 12\ \mu\omega\ 36$, avec : $a = 0,0064$: ce métal devait être *plus pur* que notre Ni (L) à cause de la grandeur de son coefficient a; mais il ne devait pas renfermer de *cobalt* (métal qui abaisse la valeur de la résistivité ρ_0 dans le nickel pur). Par contre, M. Ph. Harrison a trouvé, pour son nickel (dont notre échantillon Ni (F.N)$_t$ se rapproche beaucoup) : $\rho_0 = 10\ \mu\omega\ 28$; avec $a = 0,0048$.

3. *Maillechorts.* — Nous avons examiné quatre maillechorts de fabrication courante. Voici leur composition chimique (Tableau III) :

TABLEAU III. — ***Composition des maillechorts étudiés.***

MAILLECHORTS	NICKEL	ZINC	CUIVRE	COBALT	FER
P. . . .	32	16	52	néant.	néant.
E. . . .	23	19	58	traces.	néant.
B. . . .	18	24	56	2	néant.
R. . . .	30	26	40	4	traces.

Pour ces alliages, nous avons calculé les formules de résistivité suivantes :

RÉSISTIVITÉ à $t°$

P $\rho_t = 25,26(1 + 0,000.26\,t + 0,000.0013\,t^2)$;
E $\rho_t = 22,52(1 + 0,000.28\,t + 0,000.0052\,t^2)$;
B $\rho_t = 36,87(1 + 0,000.043\,t + 0,000.000.28\,t^2)$;
R $\rho_t = 47,61(1 + 0,000.043\,t + 0,000.000.80\,t^2)$.

Ce tableau montre : 1° que la présence du cobalt, dans un maillechort, élève très sensiblement sa résistivité à 0°, et diminue beaucoup son coefficient de température principal (comparer P et R, qui ont sensiblement la même teneur en nickel, mais avec 4 °/₀ de cobalt au 2e; de même E et B); 2° l'accroissement de la teneur en nickel (à teneur sensiblement égale en zinc) est corrélatif d'un accroissement de la résistivité et d'une diminution des coefficients de température (comme pour les cupro-nickels).

4. *Ferro-nickel (à 25 °/₀ de nickel).* — Cet alliage, de fabrication courante, est très souple; nous avons établi sa composition chimique : il ne renferme pas d'autres métaux que le fer et le nickel. Sa résistivité est donnée par la formule suivante : $\rho_t = 76,2\,[1 + 0,00115\,t - 0,000.00059\,t^2]$. La résistivité à 0° est *très élevée*; mais le coefficient de température principal est plus grand que dans les alliages de cupro-nickels ou de maillechorts.

§ 3. — Applications industrielles.

On emploie les alliages, de préférence aux métaux, pour la construction des bobines de résistances étalonnées (boîtes d'ohms, rhéostats de réglage), à condition : *a*) qu'ils présentent une grande résistance sous un faible volume; *b*) que cette résistance ne s'accroisse pas de façon sensible pour une élévation de température de quelques degrés.

Si nous jetons un coup d'œil d'ensemble sur les tableaux qui précèdent, nous voyons que : les quatre maillechorts que nous avons étudiés et les cupro-nickels à 20, 30 et 40 °/₀ de nickel répondent absolument à ces desiderata; les maillechorts P et E, les cupro-nickels à 20 et 30 °/₀ de nickel, auraient

leur résistance doublée entre 3.000 et 4.000°, températures considérablement supérieures à celle de leur fusion; quant au cupro-nickel à 40 °/₀ de nickel, et surtout aux maillechorts B, R, l'accroissement de leur résistance, pour une élévation de température de quelques degrés, est absolument négligeable; ces alliages s'adressent particulièrement à la construction des bobines des boîtes d'ohms.

Quant au cupro-nickel à 9 °/₀ de nickel (dont la résistance doublerait à 1.750°) et au ferro-nickel à 25 °/₀ de nickel (dont la résistance doublerait à 870°), leur emploi doit être réservé à la construction des rhéostats, ou des bobines dont l'étalonnage ne nécessite pas une aussi grande exactitude. Ils sont plus cassants que les précédents, et ne peuvent être employés qu'en fils plus gros.

II. — Thermo-électricité.

§ 1. — Mesures.

Nous avons mesuré la thermo-électricité des nickels et de leurs alliages par la méthode des déviations, la plus commode lorsqu'il s'agit de déterminations comparées. Nous avons construit des couples thermo-électriques formés de chacun de ces métaux ou alliages opposé au cuivre pur. Chaque couple, soigneusement isolé (les deux fils de chaque couple étaient enveloppés d'une feuille de papier d'amiante, sur la longueur soumise à la chauffe), était disposé à côté du couple pyrométrique (platine-platine iridié) que nous avions gradué au préalable à l'aide de bains (de solidification ou d'ébullition) à températures connues ou repérées avec soin. Les deux soudures étaient disposées l'une tout près de l'autre, — séparées seulement par une feuille d'amiante, — dans un tube de porcelaine de 10 millimètres de diamètre et 40 centimètres de longueur, fermé à un bout, et chauffé horizontalement dans un four à gaz Mermet, dont la hauteur des flammes était réglée à volonté pour obtenir telle vitesse de chauffe voulue.

Chaque couple était relié, par un circuit en fils de laiton, à un galvanomètre du type Deprez-d'Arsonval, auparavant étalonné avec soin, et pourvu de sa règle transparente; une boîte d'ohms internationaux (Carpentier ou Ducretet) était intercalée sur le circuit, pour obtenir, dans chaque galvanomètre, une lecture rapide de la f. é. m. de chaque couple. La règle du pyromètre H′ (fig. 1) avait été graduée en degrés centigrades, à l'avance, pour faciliter les mesures et les calculs ultérieurs[1].

[1] Avec un circuit en fils de laiton, les *f. é. m. parasites* aux bornes de jonctions (effet Peltier) sont supprimées, — les raccords ayant lieu par pairçs. D'autre part, un interrupteur à mercure commandait chaque circuit.

Les deux soudures froides de deux couples étaient noyées, l'une près de l'autre, dans une circulation d'eau froide à température repérée par un thermomètre étalonné au 1/5 de degré. Les deux galvanomètres étant disposés dans deux plans parallèles peu distants, et à des niveaux un peu différents, les règles se trouvaient voisines et superposées, et les lectures pouvaient se faire très facilement et rapidement sur les deux, les spots lumineux se déplaçant l'un au-dessus de l'autre (fig. 1) en a' et a'' : a' donnant les températures, a'' les déviations. Si R_t est la résistance totale en ohms d'un circuit, γ la constante en microampères d'un galvanomètre, δ la déviation en millimètres du spot sur la règle à distance fixe, et E la f.é.m. en microvolts du couple correspondant à δ, on a la formule connue : $E\mu v = \gamma\delta R_t$. La lecture des diverses valeurs de E

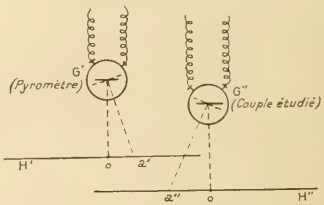


Fig. 1. — *Disposition des galvanomètres pour la mesure de la thermo-électricité des alliages.* — G′, G″, galvanomètres; H′, H″, échelles; 0, zéro des échelles; a', a'', taches lumineuses.

sera rendue très rapide, si l'on s'impose la condition : $\gamma R_t = 100$, ou 200, par exemple; on aura alors : $E = 100\,\delta$, ou $200\,\delta$.

Avec un couple dont les f. é. m. prennent des valeurs très grandes entre les limites d'une expérience, on prendra un rapport plus grand de E à δ, soit 200 ou 300 selon les cas (ceci, bien entendu, avec un galvanomètre dans lequel γ vaut quelques dixièmes de microampère).

On calcule (γ étant connue) : $R_t = \frac{100}{\gamma}$, ou $\frac{200}{\gamma}$; et l'on partage le nombre obtenu entre : le couple (dont la résistance doit être négligeable devant le reste du circuit), la boîte d'ohms, le circuit et le galvanomètre.

La f. é. m. E étant fonction de la différence des températures t ($t = t_1 - t_2$) entre les soudures, au fur et à mesure que la soudure chaude s'échauffe, E croît, et δ aussi, naturellement; on choisit une vitesse de chauffe assez lente, afin que l'étendue de l'échelle (200 millimètres à droite ou à gauche du 0) soit parcourue en deux heures ou trois heures.

Nous n'avons retenu que les nombres fournis pendant le refroidissement, la chauffe ayant servi à recuire le métal ou l'alliage pour faire disparaître

l'écrouissage. Nous n'avons pas dépassé 920°, température à laquelle le cuivre commence à se volatiliser sensiblement. Nos mesures s'échelonnent de 40° en 40°, — sauf pour quelques points remarquables qui ont nécessité quelques relevés supplémentaires[1].

§ 2. — **Résultats.**

Nous avons construit, pour chaque couple, à l'aide du tableau des f.é.m. et des températures, une courbe (*abscisses* : températures; *ordonnées* : f.é.m.); nous avons ensuite calculé les pouvoirs thermo-électriques dE/dt, aux températures intermédiaires. — On sait que le pouvoir thermo-électrique d'un couple, à une température donnée, ne dépend que de *l'état de la soudure* à cette température : il renseigne donc sur les modifications possibles qui se présentent, avec la température, dans la structure moléculaire du métal ou de l'alliage.

Notons qu'un *champ magnétique* de 100 unités C.G.S. au niveau des fils du couple n'a aucune influence sur la thermo-électricité des nickels.

En construisant, à côté d'une courbe des f.é.m., une courbe des pouvoirs thermo-électriques, on est mieux renseigné sur l'allure exacte de la courbe.

1. *Nickels.* — Nous avons obtenu, pour les couples formés par les quatre échantillons de nickel dont nous avons mesuré la résistivité, des courbes *très voisines* jusqu'à 250°; à partir de cette température, les courbes se délient et se séparent nettement. De l'examen de ces courbes des f.é.m., et de celles des pouvoirs thermo-électriques que nous avons relevées, il résulte que : 1° la présence du *fer* dans le nickel du commerce abaisse la f.é.m. thermo-électrique; 2° la présence du *cuivre* relève, au contraire, la f.é.m. thermo-électrique; 3° les températures de transformation moléculaire du métal, correspondant au maximum et au minimum de dE/dt, sont d'autant plus basses qu'il y a plus de fer; la présence du cobalt et du cuivre relève sensiblement cette température; le cobalt n'a pas autant d'influence quand il existe simultanément avec le fer[2].

L'allure de chacune des courbes est très sensiblement parabolique, de 0° à la température du maximum de dE/dt, du maximum au minimum, et du minimum à 920°, température limite dans nos expériences.

Nous avons calculé, pour chaque couple, trois paraboles, dans chacun des trois intervalles indiqués. Dans le deuxième intervalle (du maximum au minimum de dE/dt), la courbure n'est pas la même que dans le premier et le troisième intervalle.

Voici les formules obtenues, et les résultats qu'elles ont fournis pour l'évaluation ultérieure des températures.

1° *Ni (L) — Cu :*

De 0° à 235° : $E'_0 = 24{,}38\,t + 0{,}0078\,t^2$

(donnant les températures à moins de $\frac{1}{2}$ degré près);

De 235° à 390° : $E'_0 = -2124 + 43{,}50\,t - 0{,}035\,t^2$

(donnant t^0 à moins de 1° près);

De 390° à 920° : $E'_0 = 7033 - 2{,}10\,t + 0{,}023\,t^2$

(donnant t^0 à 6° près de 390° à 460°, et à moins de 1° près, de 460° à 920°)[1].

2° *Ni (F.N)₁ — Cu :*

De 0° à 240° : $E'_0 = 24{,}06\,t + 0{,}0078\,t^2$;

De 240° à 380° : $E'_0 = -1803 + 41{,}19\,t - 0{,}031\,t^2$;

De 380° à 920° : $E'_0 = 6738 - 0{,}875\,t + 0{,}0225\,t^2$.

3° *Ni (F.N)₂ — Cu :*

De 0° à 235° : $E'_0 = 25{,}14\,t + 0{,}0040\,t^2$;

De 235° à 370° : $E'_0 = -972 + 38{,}10\,t - 0{,}0312\,t^2$;

De 370° à 920° : $E'_0 = 4273 + 5{,}96\,t + 0{,}0166\,t^2$.

Ces deux derniers couples fournissent les températures avec le même degré d'approximation que le premier couple Ni(L) — Cu, c'est-à-dire que l'intervalle qui suit la température du minimum de dE/dt [de 380 à 480° dans le $Ni(FN)_1$, de 380 à 420° dans le $Ni(FN)_2$] donne un écart assez sensible entre les chiffres de l'expérience et ceux fournis par les formules paraboliques.

4° *Ni (P) — Cu :*

De 0° à 230° : $E'_0 = 24{,}84\,t + 0{,}0036\,t^2$;

De 230° à 370° : $E'_0 = -2609 + 47{,}60\,t - 0{,}047\,t^2$;

De 370° à 920° : $E'_0 = 4819 + 4{,}43\,t + 0{,}0155\,t^2$

(donnant, dans tous les intervalles, les températures à moins de 1° près).

Il est remarquable que ce nickel, le plus impur des quatre, suive mieux que les autres une allure très sensiblement parabolique; mais il est moins fixe, et nécessiterait une nouvelle graduation à chaque expérience nouvelle.

L'inversion des divers nickels entre eux a lieu : à 390° entre Ni(L) et $Ni(FN)_1$; à 200° entre Ni(L) et $Ni(FN_2)$; à 250° entre $Ni(FN)_1$, et $Ni(FN)_2$; à 180° entre $Ni(FN)_1$ et Ni(P).

Application industrielle. — Nous avons choisi, pour sa plus grande comparabilité, le nickel (L) associé au cuivre, comme pyromètre; il nous a

[1] Les nombres obtenus pour chaque couple à l'aide du pyromètre sont très comparables à ceux que nous a donnés une détermination faite directement dans des bains à températures fixes.

[2] *C.R. Acad. Sciences*, 7 octobre 1907, et *Thèse de doctorat*, Grenoble, février 1909.

[1] De 390° à 460°, le metal a subi une transformation moléculaire (indiquée pour la première fois par M. Ph. Harisson en 1902, dans un nickel assez pur), ce qui explique les écarts qu'il donne avec la formule parabolique. Malgré cet écart, il faut noter que ce couple est très comparable à lui-même, c'est-à-dire qu'on obtient toujours la *même courbe*, avec le métal bien recuit. Le Ni(L) est le plus pur des quatre étudiés; nous l'avons retenu pour la construction d'un pyromètre, dont nous parlerons plus loin.

donné des indications très comparables à celles du pyromètre platine-platine iridié (à 10 °/₀ d'iridium) qui nous a servi à sa graduation.

Pour donner une idée de la valeur de ce pyromètre, nous publions, dans le tableau ci-après, les indications qu'il nous a fournies :

MILIEU	1re DÉTERMINATION	2e DÉTERMINATION (après 1 mois)
Plomb raffiné (solidif.) .	327°	326°
Zinc pur (solidif.). . . .	420°	420°
Aluminium pur (solidif.)	655°	654°
Paraffine (solidif.) . . .	42°	»
Paraffine (ébull.)	374°	»

Remarquons que la température de solidification du zinc pur (420°) se trouve dans l'intervalle (de 390° à 460°) où le pyromètre ne suit pas une allure parabolique : la constance du chiffre obtenu nous montre que ce pyromètre est remarquablement comparable à lui-même.

Nous l'avons dès lors utilisé, concurremment avec le couple platine-platine iridié, à l'évaluation des températures pour le relevé des f.é.m. des couples cupro-nickels-cuivre : la vitesse d'échauffement de ces couples est la même que celle du couple nickel-cuivre, ce qui n'a pas lieu pour les couples au platine, dont la chaleur spécifique est très différente de celle des nickels ou des cupro-nickels.

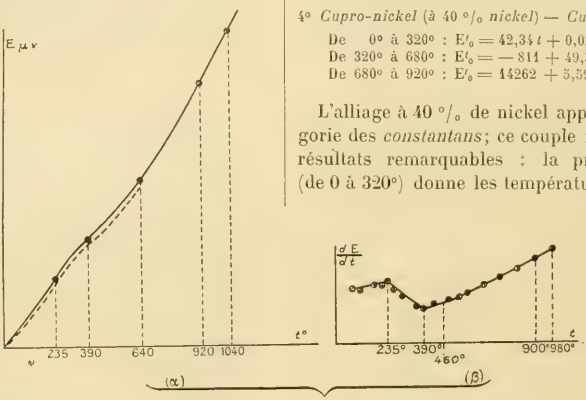


Fig. 2. — *Courbes des f. é. m.* (α) *et des pouvoirs thermo-électriques* (β) *du couple pyrométrique nickel-cuivre.* — Echelle de la courbe α : 1 mm. = 20° en abscisses et 400 μv en ordonnées. Echelle de la courbe β : 1 mm. = 20° en abscisses et 2 μv en ordonnées.

La figure 2 nous montre la courbe des f. é. m. (α), et celle des pouvoirs thermo-électriques (β) du couple pyrométrique Ni(L) — Cu; la courbe en pointillé (α) représente les f. é. m. du couple non recuit; la courbe en trait plein représente celle du *couple recuit.*

2. *Cupro-nickels.* — Voici les résultats que nous avons obtenus avec les couples cupro-nickels-cuivre.

Nous avons trouvé, pour chaque couple, une courbe présentant 3 régions distinctes; dans chaque région, l'allure de la courbe est parabolique, et la courbure est toujours de même sens.

Le tableau ci-dessous donne les formules représentatives des couples, de 0° à 920°.

1° *Cupro-nickel* (à 9 °/₀ *nickel*) — *Cuivre :*

De 0° à 280° : $E'_0 = 14,80\,t + 0,0156\,t^2$;
De 280° à 580° : $E'_0 = -36 + 15,63\,t + 0,0127\,t^2$;
De 580° à 920° : $E'_0 = 5757 - 4,29\,t + 0,030\,t^2$
(donnant t^0 à moins de 1°).

2° *Cupro-nickel* (à 20 °/₀ *nickel*) — *Cuivre :*

De 0° à 260° : $E'_0 = 34,16\,t + 0,0278\,t^2$;
De 260° à 600° : $E'_0 = 54 + 35,73\,t + 0,0204\,t^2$;
De 600° à 920° : $E'_0 = 3015 + 23,41\,t + 0,0326\,t^2$
(donnant t^0 à moins de 0° 5).

3° *Cupro-nickel* (à 30 °/₀ *nickel*) — *Cuivre :*

De 0° à 320° : $E'_0 = 38,13\,t + 0,0284\,t^2$;
De 320° à 720° : $E'_0 = -1306 + 45,21\,t + 0,0176\,t^2$;
De 720° à 920° : $E'_0 = 5659 + 24,22\,t + 0,0333\,t^2$
(donnant t^0 à moins de 0°,5).

4° *Cupro-nickel* (à 40 °/₀ *nickel*) — *Cuivre :*

De 0° à 320° : $E'_0 = 42,34\,t + 0,0291\,t^2$;
De 320° à 680° : $E'_0 = -811 + 49,39\,t + 0,0149\,t^2$;
De 680° à 920° : $E'_0 = 14262 + 5,59\,t + 0,0469\,t^2$.

L'alliage à 40 °/₀ de nickel appartient à la catégorie des *constantans*; ce couple nous a donné des résultats remarquables : la première parabole (de 0 à 320°) donne les températures à 0°,25 près; les deux autres se confondent sensiblement avec la courbe réelle. La figure 3 montre les courbes des f. é. m. de ces couples.

L'examen des résultats fournis par le relevé des f. é. m. des couples montre que : 1° la f. é. m. des couples cupro-nickels-cuivre croît avec la teneur en nickel; 2° la f. é. m. croît plus rapidement de la teneur 9 °/₀ à 20 °/₀ que dans les autres intervalles[1].

Applications industrielles. — La grande constance du couple formé avec le *constantan* justifie son emploi comme pyromètre; la maison Siemens et Halske, de Berlin, le fournit d'ailleurs aux industriels avec les mêmes garanties d'étalonnage que le couple platine-platine rhodié ou iridié.

3. *Maillechorts.* — Les couples maillechorts-cuivre sont moins constants que les couples cupro-nickels-cuivre; les plus comparables sont ceux formés avec les maillechorts B et R, alliages de grande résistivité, renfermant du cobalt en quantité appréciable.

[1] *Thèse de Doctorat*, Grenoble, 1909.

Voici les formules que nous avons obtenues pour ces deux couples :

1° *Maillechort B — Cuivre :*

De 0° à 300° : $E'_0 = 16,47\,t + 0,0298\,t^2$;
De 300° à 760° : $E'_0 = -276 + 19,86\,t + 0,021\,t^2$;
De 760° à 920° : $E'_0 = 2530 + 7\,t + 0,033\,t^2$
(donnant t^0 à moins de 1° près).

2° *Maillechort R — Cuivre :*

De 0° à 300° : $E'_0 = 15,75\,t + 0,0286\,t^2$;
De 300° à 760° : $E'_0 = 923 + 13,38\,t + 0,0267\,t^2$;
De 760° à 920° : $E'_0 = 11508 - 19,86\,t + 0,052\,t^2$
(donnant t^0 à moins de 1° près, de 0° à 760°, et à moins de 0°,25 près, de 760 à 920°).

Malheureusement, leur teneur en cobalt est cause

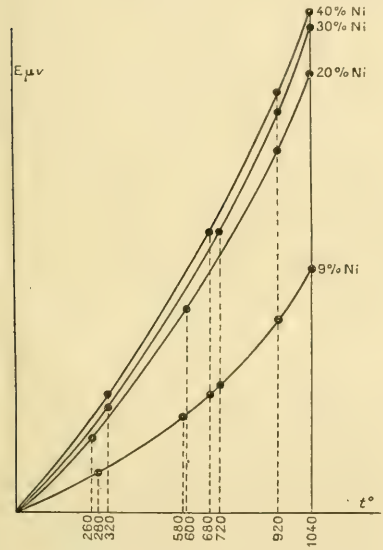


Fig. 3. — *Courbes des f. é. m. des couples cupro-nickels-cuivre.* — Échelle : 1 mm. = 20° en abscisses et 800 μv en ordonnées.

de modifications moléculaires, avec le temps, dans leur structure intime; ils sont moins longtemps que le constantan comparables à eux-mêmes. D'autre part, leurs f. é. m. ne sont pas assez élevées pour justifier leur emploi pratique comme pyromètres. Le maillechort R, d'abord au-dessous du maillechort B (fig. 4), passe au-dessus à 860°.

Les deux autres maillechorts étudiés (P et E) donnent des couples moins constants que les précédents; leurs f. é. m. comprennent celles des maillechorts B et R.

3° *Maillechort P — Cuivre :*

De 0° à 360° : $E'_0 = 14,36\,t + 0,0192\,t^2$;
De 360° à 640° : $E'_0 = -1100 + 20,42\,t + 0,0104\,t^2$;
De 640° à 920° : $E'_0 = 14.106 - 26,75\,t + 0,0468\,t^2$
(donnant t^0 à moins de 1° près, de 0 à 920°).

4° *Maillechort E — Cuivre :*

De 0° à 340° : $E'_0 = 26,88\,t + 0,0234\,t^2$;
De 340° à 700° : $E'_0 = 1684 + 20,40\,t + 0,0281\,t^2$;
De 700° à 920° : $E'_0 = 18.450 - 27,50\,t + 0,0625\,t^2$
(donnant t^0 à moins de 1° près, de 0 à 920°).

L'examen des courbes des f. é. m. des couples maillechorts-cuivre montre que :

1° Dans les *maillechorts à teneur en cobalt* (B, R), le nickel relève la f. é. m. dans l'alliage R (plus riche en cobalt que l'alliage B), tandis que la dose de cobalt de l'alliage B (plus faible) compense sa faible teneur en nickel.

G. Reichhardt a montré (1901) que le cobalt, associé au cuivre, donne une f. é. m. thermo-électrique plus grande jusqu'à la teneur 4 °/₀ en cobalt (l'alliage B est un mélange de zinc, nickel et cupro-cobalt à 3,4 °/₀ de cobalt); au delà, la f. é. m. baisse (l'alliage R est un mélange de zinc, nickel et cupro-cobalt à 9 °/₀ de cobalt), mais la plus grande teneur en nickel de l'alliage R compense l'abaissement de f. é. m. dû au cupro-cobalt plus riche : ce qui explique pourquoi les courbes de ces deux couples sont presque confondues;

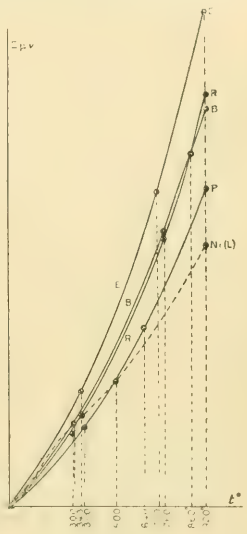


Fig. 4. — *Courbes des f. e. m. des couples maillechorts-cuivre.* — Échelle : 0,75 mm. = 20° en abscisses et 400 μv en ordonnées. On a représenté en pointillé la courbe du nickel L, qui coupe B à 310°, R à 343° et P à 500°.

2° Dans les *maillechorts ordinaires* (Ni, Cu, Zn), le plus riche en nickel (P) est plus rapproché de la courbe du nickel.

4. *Ferro-nickel (à 25 °/₀ de nickel).* — L'alliage en question nous a donné, avec le cuivre, un couple présentant deux régions remarquables, l'une de 0° à 320°, l'autre de 320° à 800°; dans chacune, la f. é. m. suit une loi sensiblement parabolique. Voici les formules que nous avons trouvées pour ce couple :

De 0° à 320° : $E'_0 = 5,68\,t + 0,00215\,t^2$;
De 320° à 800° : $E'_0 = -249 + 6,95\,t + 0,00049\,t^2$.

Un tel couple ne peut servir dans la pyrométrie; les f. é. m. qu'il donne sont beaucoup trop faibles, les approximations obtenues dans l'évaluation des tem-

pératures ne sont pas comparables à celles que fournissent les autres couples, elles sont à 2 ou 3° près; de plus, l'alliage ferro-nickel subit, avec le temps, des transformations moléculaires répétées, et ne demeure pas, par conséquent, comparable à lui-même.

3. *Conclusion.* — En résumé, pour la grandeur des f. é. m. obtenues, et pour la comparabilité à eux-mêmes pendant une période de temps assez grande, les couples formés par le cuivre pur avec le nickel pur et les cupro-nickels à haute teneur en nickel (30 ou 40 °/₀) sont intéressants à retenir : ils peuvent donner des indications avec le même ordre d'approximation que les couples platine-platine iridié ou platine rhodié, ceci jusqu'à 900° environ.

H. Pécheux,
Docteur ès Sciences physiques d'Université,
Professeur à l'Ecole d'Arts et Métiers d'Aix.

LA DÉSINFECTION ET LA CHIMIE DES COLLOÏDES [1]

Si l'on considère la désinfection du point de vue de la Chimie des colloïdes, on voit s'éclairer de la façon la plus simple une quantité de phénomènes, qui, d'une autre façon, paraissaient jusqu'à présent inexplicables ou nécessitaient l'adoption d'hypothèses compliquées.

Nous envisagerons pour commencer le domaine de la désinfection extérieure, car les phénomènes de la désinfection interne sont si enchevêtrés qu'ils nous troubleraient tout d'abord la vue des faits.

I

Les micro-organismes se présentent sous la forme de millions de petits granules, bâtonnets et filaments et possèdent dans leur ensemble un énorme développement en surface; par conséquent, l'attraction superficielle doit, chez eux, entrer en jeu à un degré particulier. On sait que les micro-organismes se colorent très bien, et, en réalité, la coloration et la désinfection se distinguent seulement en ceci que la substance absorbée dans le second cas exerce, en outre, une action toxique particulière sur le micro-organisme.

Considérons d'abord une émulsion hypothétique de bactéries, sans propriété chimique quelconque, et ajoutons-lui une substance dissoute; cette dernière, par la seule attraction superficielle, tendra à se concentrer à la surface des bactéries, plus ou moins fortement suivant sa propre nature.

D'après Freundlich [2], les groupes phényle ainsi que les halogènes favorisent l'adsorption dans l'eau, tandis que les groupes sulfonés sont peu adsorbés. En fait, les substances à groupes phényle : acide carbolique, crésol, naphtol, eau d'aniline, etc., constituent nos désinfectants les plus usuels. Ehrlich et moi-même [1] nous avons obtenu, par l'accumulation des groupes phényle, des substances à action microbicide jusqu'alors inconnue (à l'exception du sublimé), et l'introduction d'halogènes a encore renforcé cette action. Dans ce travail, nous avons aussi montré que l'introduction de groupes sulfonés l'abaisse, au contraire, d'une manière extraordinaire.

Si mon hypothèse est exacte, c'est-à-dire si l'adsorption joue dans la désinfection un rôle si prépondérant, la même substance, en solution aqueuse, doit alors être un bien meilleur désinfectant qu'en solution alcoolique, acétonique ou autre. Pour autant qu'elle a été tentée, l'expérience confirme cette supposition. D'après Robert Koch, les spores du charbon ne sont pas détruites par l'acide carbolique à 5 °/₀ dans l'huile après cent jours d'action, ni par l'acide carbolique à 5 °/₀ dans l'alcool après soixante-dix jours d'action, tandis qu'elles le sont par la solution aqueuse d'acide carbolique à 5 °/₀ au bout de quarante-huit heures.

D'après les essais de Paul et Krönig, ainsi que de Scheurlen et Spiro, le phénol agit dans la désinfection comme molécule et non comme ion; ainsi, le phénate de sodium, qui est fortement dissocié, exerce une action bien moindre que le phénol. Comme le phénol est encore moins dissocié dans l'alcool que dans l'eau, il devrait, si seule la question de la dissociation jouait ici un rôle, désinfecter plus énergiquement en solution alcoolique qu'en solution aqueuse; toutefois, les données du travail de Paul et Krönig nous montrent que c'est exactement l'inverse qui se réalise.

Une série de désinfectants agissent déjà à une dilution où il n'est plus possible de déceler chimiquement la substance active. D'après Koch, le sublimé à une dilution de 1/600.000e produit déjà l'inhibition du développement chez les spores du

[1] Les considérations qui suivent sont extraites d'une conférence au Congrès international de Chimie appliquée de Londres (mai-juin 1909). Elles seront reprises en détail dans un ouvrage de l'auteur en préparation : *Die Kolloide in Medizin und Biologie* (Librairie Th. Steinkopff, Dresde).

[2] L'adsorption dans les solutions. *Thèse*, Leipzig 1906.

[1] Bechhold et Ehrlich : Rapports entre la constitution chimique et l'action désinfectante. *Zeitsch. für physiol. Chemie*, 1906.

charbon. D'après Ehrlich et moi-même, le tétrachloro-*o*-biphénol empêche le développement des bacilles de la diphtérie à une dilution de 1/400.000e à 1/640.000e. L'influence de telles traces de substances s'explique quand nous considérons la marche des *courbes d'adsorption* : nous y voyons que la répartition entre l'adsorbant et le solvant a lieu de telle façon que, pour les concentrations les plus minimes, la substance dissoute est presque complètement adsorbée, tandis que, pour les concentrations plus élevées, la répartition se rapproche de celle d'Henry (comme entre deux solvants).

On pourrait encore objecter que la même condition est aussi remplie dans une combinaison purement chimique, et il n'est pas douteux que, dans beaucoup de cas, cette dernière se réalise. Mais les divers phénomènes de l'inhibition de développement et de la mort parlent avant tout en faveur de l'intervention de l'adsorption.

En choisissant un désinfectant approprié et une concentration suffisante, ou par une action suffisamment prolongée, on peut arriver à *tuer* complètement le micro-organisme, de sorte qu'il ne pourra d'aucune façon être rappelé à la vie. Dans d'autres cas, par contre, il suffit d'éloigner le désinfectant, de le diluer ou de porter les germes dans un autre milieu pour que ceux-ci recommencent à se multiplier : il y a eu seulement *inhibition de développement*.

Si le désinfectant était entré en combinaison chimique fixe avec le micro-organisme, on pourrait difficilement se représenter comment ce germe, éloigné de la solution désinfectante, commence à se multiplier de nouveau. On se l'explique, par contre, immédiatement quand on envisage la liaison entre le micro-organisme et le désinfectant comme une adsorption. Dans ce cas, le désinfectant passe dans le solvant complètement indifférent, le micro-organisme redevient libre et il peut continuer à se développer.

Par suite de cette méconnaissance des phénomènes d'adsorption, la méthodique des essais de désinfection s'est lancée dans des voies fausses, à mon avis. Après avoir d'abord négligé surtout d'éloigner le désinfectant de l'objet en expérience, on s'est engagé, depuis les recherches remarquables de Geppert, dans une voie complètement opposée, c'est-à-dire qu'on a enlevé le désinfectant autant que possible par voie chimique ($HgCl^2$ par le sulfure d'ammonium, le formaldéhyde par AzH^3). Les deux procédés sont incorrects. Il n'est pas nécessaire de le démontrer pour l'ancienne méthode ; je rappellerai seulement que le « procédé des fils de soie », dans lequel les micro-organismes sont attachés sur des fils de soie, paraît particulièrement inapproprié à de tels essais, car la soie s'imprègne fortement du désinfectant et entoure le micro-organisme d'une solution concentrée de ce dernier. Mais aussi l'enlèvement chimique du désinfectant trompe sur les qualités de ce dernier et le laisse paraître moins efficace qu'il est en réalité. Car, dans les circonstances normales, où le micro-organisme qui a été soumis au désinfectant parvient dans l'organisme d'un animal ou d'un homme, le plus grand excès du désinfectant sera lavé par les liquides du corps ; mais pourtant l'adsorption peut encore jouer un rôle : le micro-organisme retiendra une petite quantité du désinfectant et l'effet de ce dernier sera prolongé. Je considère donc le lavage simple du désinfectant avec des liquides appropriés (par exemple solution physiologique de chlorure de soude faiblement alcaline) comme le seul traitement rationnel de l'objet en expérience.

Divers exemples, sur lesquels je m'étendrai dans mon ouvrage en préparation, viennent appuyer la justesse de mes vues. Qu'il me suffise ici d'en citer un récent : Ottolenghi[1] avait imbibé des bandes de papier buvard avec une émulsion de spores du charbon, puis les avait séchées et soumises à une solution de sublimé. Il a alors constaté ce fait très intéressant : à plusieurs reprises, les mêmes bandes de papier, qui avaient été inoculées au cobaye après vingt-quatre heures de passage dans le sublimé, puis enlevées à l'animal parfaitement sain huit jours après l'opération, et transportées sur milieu nutritif, donnèrent, après un traitement convenable avec H^2S, un développement luxuriant de bacilles du charbon.

L'enlèvement chimique du désinfectant après les essais de désinfection fait donc attribuer à celui-ci une action moindre que celle qui lui appartient en réalité dans la pratique.

A ma connaissance, il n'existe pas de recherches d'où l'on puisse déduire quelle partie d'un désinfectant est fixée, quelle autre est adsorbée ; une telle étude serait cependant du plus haut mérite, car elle nous permettrait de jeter un regard beaucoup plus clair sur la nature de la désinfection et elle aurait une grande importance pratique. Nous devons donc nous contenter pour le moment de conclusions d'analogie, dont le transport au principe de la désinfection paraît cependant légitime.

Les micro-organismes ont beaucoup de ressemblances avec les fibres textiles, comme l'a montré un travail de Schellens[2]. Cet auteur a recherché, pour plusieurs fibres textiles (jute, soie, laine, etc.) et divers sels de mercure, quelle proportion était fixée, quelle proportion adsorbée. Il a trouvé que,

[1] *Desinfektion*, t. II, p. 109.

[2] Sur la façon dont se comportent les substances textiles végétales et animales vis-à-vis des solutions de sels métalliques. (*Thèse*, Strasbourg, 1905.)

pour le sublimé, en gros, une partie sur trois est fixée; pour le cyanure de mercure, dont l'action désinfectante est inférieure à celle du sublimé, la fixation par le jute et la soie est presque nulle; par la laine, elle est de 10 %. Nous conclurons, pour cette dernière substance, qu'elle exerce une inhibition de développement importante, mais qu'elle n a qu'une faible action destructrice.

II

On peut déduire de ces essais qu'à côté de l'action adsorbante des influences purement chimiques jouent également un rôle, et il me reste maintenant à montrer que nous ne devons pas méconnaître celles-ci à côté des phénomènes d'adsorption. Les phénomènes d'adsorption peuvent bien, en effet, fournir au désinfectant l'occasion d'arriver aux organismes à un état de concentration suffisante, mais seules les propriétés spécialement chimiques exercent l'action toxique. Je me suis beaucoup occupé de cette question dans ces dernières années, et je crois avoir trouvé quelques preuves convaincantes de ce que j'avance.

On sait combien différemment les divers groupes de bactéries résistent aux agents de désinfection. Tandis que les spores du charbon, les bacilles de la tuberculose et d'autres présentent une énorme résistance, les vibrions du choléra, les gonocoques, les streptocoques périssent sous l'attaque de faibles agents chimiques, D'autres espèces de bactéries, le colibacille, les staphylocoques, les bacilles du typhus, de la diphtérie, etc., se rangent entre ces deux extrêmes. Si l'intensité de l'adsorption régissait seule l'action désinfectante, nous comprendrions bien qu'il existât des substances de force désinfectante très différente. Nous nous expliquerions comment le crésol agit plus énergiquement que le naphtol; mais alors il devrait agir plus fortement sur toutes les bactéries : sur le colibacille comme sur le bacille du typhus ou comme sur le streptocoque. Mais, si le cas se présente que, sur un micro-organisme, le lysol agit le plus énergiquement, tandis que c'est le naphtol pour un autre, nous sommes amenés à attribuer ce mode d'action différent à la diversité des corps bactériens et non plus à l'action adsorbante. Or, en réalité, j'ai trouvé un mode d'action opposé du lysol et du naphtol sur les bacilles de la diphtérie, du paratyphus et chez le colibacille.

Voici un autre exemple : Dans mon travail déjà cité, j'ai fait ressortir l'action puissante de l'hexabromodioxydiphénylcarbinol contre les bacilles de la diphtérie, qui dépasse de beaucoup celle du lysol, alors que le lysol est le désinfectant le plus énergique contre les bacilles de la tuberculose. La figure 1 représente des courbes très instructives, où les abscisses indiquent le nombre d'atomes de brome, et les ordonnées la dilution des divers désinfectants. De l'examen de celles-ci, il ressort que l'entrée successive de 1 à 5 atomes de brome dans un groupe organique augmente, puis diminue

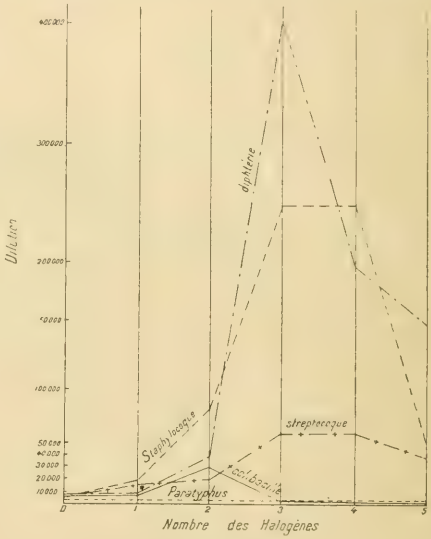


Fig. 1. — *Influence du nombre d'halogènes sur la force des désinfectants.*

l'action désinfectante vis-à-vis des diverses bactéries et qu'on peut obtenir certains optima qui exercent une action en quelque sorte spécifique sur les bactéries. Ainsi, pour les staphylocoques et les streptocoques, l'action désinfectante augmente jusqu'à trois atomes de brome, reste constante pour le 4e et s'abaisse de nouveau avec le 5e. Pour le colibacille, le maximum est déjà atteint avec le 2e atome de brome, puis l'action baisse rapidement par l'introduction de nouveaux halogènes; avec le bacille du paratyphus, la courbe suit presque une horizontale, qui s'abaisse lentement vers l'extrémité. Pour le bacille de la diphtérie, la courbe s'élève très rapidement jusqu'à 3 atomes de brome, et s'abaisse ensuite presque aussi vite.

J'espère avoir montré, dans ce qui précède, au moins à l'état d'ébauche, que la Chimie colloïdale ouvre de nouvelles voies à la désinfection et que ce n'est que par un contact étroit avec la Chimie qu'on évitera des conclusions erronées dans ce domaine.

Dr H. Bechhold.
Membre de l'Institut de Thérapeutique expérimentale à Francfort-sur-le-Main.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Borel (Emile), *Professeur-adjoint à la Faculté des Sciences de Paris.* — **Eléments de la Théorie des Probabilités.** — 1 *vol. gr. in*-8° *de* 191 *pages.* (*Prix* : 6 *fr.*) *A. Hermann, éditeur. Paris*, 1909.

Les statisticiens vont avoir l'embarras du choix parmi les ouvrages de Calcul des probabilités qui leur sont offerts depuis quelques années, mais le livre de M. Borel se signale plus particulièrement à leur attention. Statisticien et philosophe, M. Borel a su très finement discerner ce qu'il fallait dire et ce qu'il convenait d'éliminer dans un traité élémentaire de Calcul des probabilités, et il a réussi à faire un ouvrage que l'on pourra consulter avec fruit, même sans avoir approfondi longuement les Mathématiques.

La division du livre est originale : probabilités discontinues, c'est-à-dire loi des grands nombres et par conséquent statistiques ; probabilités continues ou géométriques, moins immédiatement applicables en pratique; enfin, probabilité des causes auxquelles se rattachent les erreurs d'observations, les études statistiques, sociales, biométriques de l'école Solvay, etc.

M. Borel a quelque tendance à tirer les conséquences philosophiques des études mathématiques dans lesquelles il guide son lecteur; aussi insiste-t-il — et nous devons lui en savoir gré — sur la précision des termes employés.

Les exemples élémentaires de calcul sont choisis avec beaucoup de soin et la solution en est exprimée en un langage clair et précis : nous citerons en particulier une étude très remarquable du jeu de pile ou face, qui amène l'auteur à la définition des écarts de la fonction Θ et du théorème de Bernoulli.

La probabilité géométrique, qui présente au point de vue purement spéculatif un intérêt considérable, donne lieu à un exposé sommaire, mais complet, et les fameux problèmes de la position d'un point sur une sphère et du jet de l'aiguille sont exposés et discutés à fond; M. Borel est alors amené à faire des mathématiques pures et à étudier les fonctions arbitraires, la théorie cinétique des gaz et la loi de Gauss sur les erreurs d'observation.

La troisième partie est la plus importante à notre point de vue : M. Borel y étudie longuement les variations des naissances masculines et féminines, les naissances gémellaires, les naissances par famille, la statistique des décès, etc.

Le problème de la détermination des causes termine le livre, et l'auteur, dans sa dernière page, conclut que « le seul rôle de la Théorie des probabilités, déjà très beau, si elle sait le remplir, est de guider l'expérience et l'observation par l'interprétation qu'elle fournit de leurs résultats ».

En tant qu'actuaire et statisticien, nous ne pouvons que souscrire à cette conclusion et remercier l'auteur d'avoir fait un travail qui sera profitable aux économistes. Nombre de ces derniers devraient se pénétrer des idées de M. Borel, afin d'éviter des généralisations hâtives résultant d'un nombre d'observations tout à fait insuffisant, et qui revêtent, malgré cela, une certaine apparence d'exactitude grâce à un appareil mathématique parfois ingénieux, mais le plus souvent puéril.

Pour terminer, un mot sur l'édition soignée par M. Hermann et un regret concernant l'absence d'une bibliographie.

A. Barriol,
Actuaire-Conseil,
Directeur de l'Institut des Finances et des Assurances.

Andoyer (H.), *Professeur à la Faculté des Sciences de Paris.* — **Cours d'Astronomie** : *Seconde partie* : **Astronomie pratique.** — 1 *vol. grand in*-8° *de* 304 *pages, avec figures.* (*Prix* : 10 *fr.*) *A. Hermann, éditeur. Paris*, 1909.

L'Astronomie pratique, qui forme la deuxième partie du cours de M. H. Andoyer, est rédigée avec la même concision que la première partie, parue en 1907 et analysée ici même (t. XVIII, p. 851). Mais l'éditeur, heureusement inspiré, a remplacé l'autographie par l'impression; personne ne s'en plaindra, malgré la disparité entre les deux volumes.

« Les problèmes de l'Astronomie pratique sont multiples; les méthodes imaginées pour les résoudre se perfectionnent chaque jour, mais deviennent de plus en plus nombreuses, en même temps qu'elles exigent de nouveaux instruments. Il est donc impossible, dans ce cours nécessairement restreint, d'aborder toutes les questions pratiques qui relèvent de l'Astronomie. Aussi ferons-nous un choix et, bien loin de prétendre épuiser le sujet, nous nous bornerons à quelques problèmes parmi les plus importants; nous les étudierons avec détails, en nous proposant pour but principal d'initier le lecteur aux méthodes générales d'Astronomie, et de le mettre ainsi à même de poursuivre plus tard, avec facilité, des études plus spéciales. »

Après cet avant-propos, le lecteur, en possession du cours théorique, sait immédiatement qu'il va trouver une exposition brève et remarquablement méthodique de l'Astronomie pratique.

L'ouvrage est divisé en trois parties : Calculs, Instruments, Observations, avec un chapitre complémentaire sur les calculs d'orbites.

Les calculs comprennent l'interpolation, l'usage des tables et la méthode des moindres carrés. Ils sont précédés de notions très précises sur les grandeurs, les unités fondamentales de mesures, et de données numériques que l'étudiant et le praticien doivent posséder. Quelques mots sur les erreurs numériques serviront de guide dans l'emploi et la combinaison des nombres approchés. Les formules d'interpolation sont données sommairement, sans le souci d'épuiser la question; le chapitre des erreurs d'observation et méthode des moindres carrés est plus étendu et très développé analytiquement.

Les instruments fondamentaux sont : le théodolite, l'équatorial, la méridienne et le sextant. L'auteur y adjoint, sous le nom d'instruments accessoires, soit des organes essentiels, soit des compléments indispensables des instruments types : cercles divisés, niveaux, micromètres, pendules et chronomètres, etc.

Les uns et les autres sont traités en vue de leur fonction, sans détails de construction aussi bien pour l'Optique que pour la Mécanique, parce que « quelques heures de pratique sont plus profitables que l'étude de minutieuses descriptions ». Avec des changements convenables d'axes, la théorie du théodolite peut s'appliquer à l'équatorial et à la méridienne.

Après avoir préalablement exposé les accessoires avec toute l'ampleur que comporte le programme du cours, M. Andoyer s'appuie sur cette remarque pour développer sobrement et sans redites inutiles la théorie de ces instruments, faisant toutefois une exception en faveur de la méridienne, « à cause des simplifications qui se présentent et pour conserver les notations consacrées par un long usage ».

Ainsi, avec chaque instrument complet ou accessoire, le lecteur possède les méthodes les plus simples et les plus récentes pour les constantes instrumentales, les

formules théoriques et usuelles et l'usage de l'appareil. Il est en mesure, avec un peu d'attention, de passer aux observations.

« L'objet propre de l'Astronomie est la connaissance de l'Univers et des lois de son mouvement ». Si on laisse de côté l'Astrophysique, le problème fondamental est celui qui a pour but de « savoir déterminer les apparences des astres à un instant donné et dans un lieu donné ». Mais la solution de ce problème appelle la question inverse : « d'après les apparences des astres à une certaine époque et en un certain lieu, déterminer cette époque et ce lieu ». Ce second problème constitue l'Astronomie géographique et nautique.

La solution du problème fondamental, comme il a été établi dans l'Astronomie théorique, exige l'emploi de certaines hypothèses et le concours de résultats théoriques appartenant à la Physique, à la Géodésie et à la Mécanique céleste. Mais la solution n'a de valeur pratique que si elle peut être traduite à l'aide de nombres fixes, dits : *constantes de l'Astronomie*. « Les observations ont pour but la détermination de ces constantes et aussi la vérification des hypothèses admises comme point de départ. » Ce dernier point de vue étant laissé de côté, la première partie des observations est consacrée, sous une forme concise et rapide, à la détermination de ces constantes :

I. *Constantes physiques* : réfraction et aberration;

II. *Constantes mécaniques* : masses des corps célestes, moments d'inertie principaux de la Terre et de la Lune, intensité de la pesanteur. A ces constantes directes se rattachent la précession, la nutation, ainsi que la variation des latitudes;

III. *Parallaxes* : Constantes relatives aux distances;

IV. *Eléments des orbites* : Terre, planètes, satellites et comètes. Rotation des corps célestes. Obliquité de l'écliptique et position de l'équinoxe;

V. *Coordonnees* des étoiles, des nébuleuses. Mouvements propres des étoiles.

Le champ est vaste : « Aussi devons-nous nous borner à quelques indications sommaires sur les principaux points, en nous contentant de faire comprendre l'esprit des méthodes employées. » Malgré sa concision, ce chapitre inédit intéressera les professionnels aussi bien que les débutants.

L'Astronomie géographique et nautique, définie plus haut, a encore pour but « l'explication des principales méthodes astronomiques que l'on peut employer pour la détermination des éléments géographiques d'un lieu » par l'emploi des instruments les plus simples : théodolite, sextant, cercle méridien portatif et chronomètre suffisamment réglé.

Le triangle PZS [Pôle-Zénith-Astre], avec ses moyens variés de résolution et ses formules différentielles, constitue la base des méthodes appliquées en Astronomie géographique aux deux problèmes principaux : recherche de l'heure et de la latitude. Les cas les plus favorables, sur terre et sur mer, sont examinés et traités avec toutes les formules indispensables.

Les observations en hauteur et au chronomètre (problème de Douwes, deux hauteurs, trois hauteurs et davantage) avec leurs solutions classiques si élégantes, les formules de Gauss, de Cagnoli, la méthode nouvelle et si remarquable de MM. Claude et Driencourt, avec l'emploi de l'astrolabe à prisme, quelques notions essentielles de navigation, la détermination des longitudes envisagée surtout à l'égard des observations de la Lune, achèvent ce chapitre des observations astronomiques, où l'on pourra puiser à volonté des sujets d'exercices intéressants.

L'ouvrage est terminé par la solution classique de Gauss pour les calculs d'orbites, mais les développements sont très concis et serviront d'introduction à la lecture d'ouvrages plus étendus, où le praticien est assuré d'avoir un guide plus complet dans des questions parfois très délicates.

Aussi bien que l'Astronomie théorique, le cours d'Astronomie pratique est un livre de réflexion, éveillant des idées et suscitant la recherche. Il invite à l'étude des Mémoires originaux en attendant qu'on puisse le regarder comme la préface d'un véritable Traité d'Astronomie, digne de cette science et du savant professeur de la Sorbonne.

A. Lebeuf,
Directeur de l'Observatoire de Besançon.

2° Sciences physiques

National Antarctic Expedition (1901-1904) : Meteorology. *Part.* 1 ; **Physical Observations.** *Part.* 2. — *Publié par la Royal Society. Londres*, 1908.

Les deux volumes où sont publiées les *données météorologiques* et les *observations physiques* de la *Discovery*, au cours de son expédition antarctique, présentent pour les météorologistes et les géographes le plus vif intérêt.

L'hivernage de la *Belgica* avait fourni le premier journal d'observations météorologiques poursuivies durant toute une année dans les régions antarctiques. En un volume qui fait partie de la collection des *Rapports scientifiques* de la *Belgica*, et qui a paru en 1904, M. Arctowski avait donné *in extenso* les tableaux d'observations du 1er mars 1898 au 1er mars 1899 : pendant cette période, la *Belgica*, prise dans les glaces, était allée à la dérive, entre 69° 38′ et 71° 36′ de latitude Sud, et entre 80° 30′ et 96° 40′ de longitude Ouest (de Greenwich). La température moyenne de cette année s'était trouvée égale à — 9°,6, la pression moyenne à 744mm,4. Les vents dominants étaient d'Est durant l'été antarctique et d'Ouest durant l'hiver.

Les observations de la *Discovery*, qui sont publiées dans le volume « Meteorology » de la N. A. E., portent sur deux années complètes, du 1er février 1902 au 15 février 1904 ; elles ont été faites au « quartier d'hiver » du vaisseau, situé dans une petite baie vers le Sud-Ouest de l'île Ross, au Sud du mont Erebus, à 77° 50′50″ de latitude Sud et 166° 44′45″ de latitude Est (de Greenwich). On y a joint quelques notes d'observations faites dans l'île même, sur la terre ferme, et aussi le journal météorologique de divers voyages d'exploration effectués par des membres de l'expédition à partir des quartiers d'hiver. Parmi ces voyages, celui au cours duquel on avait atteint l'extrême limite Sud était celui du capitaine Scott, qui, accompagné du lieutenant Shackleton, était arrivé le 30 décembre 1902 à 82° 16′, après avoir franchi la « Grande Barrière de Glace ». On sait comment, depuis lors, le lieutenant Shackleton a repris la route suivie par lui en 1902, et a poussé beaucoup plus loin vers le Sud. L'intérêt de ses nouvelles observations, non encore publiées *in extenso*, apparaîtra plus vif encore à celui qui aura étudié, dans le présent volume, les conclusions qui se dégagent des observations de la *Discovery*, et aussi les lacunes que ces conclusions comportent.

On était, au quartier d'hiver de la *Discovery*, bien plus au sud que la *Belgica*, et dans une toute autre région. La température s'y est montrée plus basse. Elle a atteint un minimum de — 50° (— 58°,5 Fahrenheit) et un maximum de + 6° environ (+ 42°F). Les moyennes mensuelles ont varié entre — 3°,2 et — 29°5. La pression a varié entre 766mm,6 et 714mm,7 avec une moyenne annuelle de 744 millimètres. Mais ce qui est peut-être la caractéristique la plus remarquable de ces observations, c'est la prédominance générale des vents d'Est en toute saison. Si les vents de surface viennent surtout de l'Est, les nuages inférieurs viennent surtout du Nord et du Sud, souvent aussi de l'Est, presque jamais de l'Ouest ; les nuages supérieurs et la fumée de l'Erebus viennent surtout des régions Ouest. S'agit-il, aux quartiers d'hiver de la *Discovery*, d'un vent local ou d'un vent commandé par la circulation générale ? Telle est la question que pose, sans la résoudre, M. Shaw, dans l'avant-propos qu'il consacre à ces observations météorologiques. On serait tenté

de conclure à un anticyclone ayant son centre au pôle Sud ; la différence que présenterait le pôle Sud avec le pôle Nord tiendrait assez naturellement à la présence d'une masse continentale au pôle Sud, et l'anticyclone serait d'origine thermique.

Le maximum de pression au pôle ne s'étendrait d'ailleurs qu'à une assez faible épaisseur d'atmosphère, et plus haut existerait une dépression. Il faudrait, pour conclure, avoir des notions plus précises que n'en ont encore donné les voyages de reconnaissance à partir de la *Discovery*, sur les vents régnants plus au Sud, et sur la variation de pression comparée à l'augmentation d'altitude.

Parmi les Mémoires de ce premier volume, citons encore la discussion, par M. C. T. R. Wilson, des observations d'électricité atmosphérique. Le potentiel à « 5 pieds » au-dessus du sol s'est constamment trouvé positif, comme aux latitudes moyennes (on n'a eu que 11 jours de potentiel négatif). Le gradient de potentiel a été, en moyenne, de 40 à 60 volts par mètre, c'est-à-dire plus faible qu'en Europe. En ce qui concerne sa variation diurne durant les trois mois d'été, il y a un minimum très net vers midi, et un maximum quand le soleil est le plus bas sur l'horizon. Pour la variation annuelle, maximum en décembre, minimum en juin ou juillet, et peut-être un minimum secondaire en mars ou avril. Les phénomènes d'électricité atmosphérique ne paraissent pas influencés par les aurores australes, qui ont été soigneusement observées, et qui agissent, au contraire, nettement sur le magnétisme terrestre.

Le volume relatif aux observations physiques comprend cinq chapitres : observations de marées dans les régions antarctiques, observations du pendule, tremblements de terre, observations des aurores en 1902-1903, observations magnétiques antarctiques. L'intensité de la pesanteur au quartier d'hiver de la « Discovery » est, en combinant toutes les observations, 982, 985, nombre un peu supérieur au nombre théorique : 982, 963 que donnerait la formule d'Helmert. Les observations magnétiques absolues ont été faites dans une petite hutte établie en terre ferme au cap Armitage, au voisinage du quartier d'hiver. On les a répétées souvent de 1902 à 1904. On a fait de nombreuses mesures en divers points du continent antarctique, dans les voyages de reconnaissance. Enfin, l'on s'est servi, pour réduire les observations, de la comparaison avec les observations continues qui se sont poursuivies durant le même temps à Christchurch, en Nouvelle-Zélande.

L'exploration magnétique du Continent ou de l'Océan avait pour principal objectif de fixer la position du pôle magnétique Sud. On n'a pas abordé ce pôle même ; mais, en étudiant les isogones au voisinage, on arrive à la conclusion que ce pôle est situé au voisinage de 71°50′ S. de latitude et 156°20′ E. de longitude. L'étude des isoclines conduirait, pour les coordonnées du pôle Sud, aux valeurs 72° 51′ pour la latitude, 156°25′ E. pour la longitude.

Les deux volumes sont illustrés de cartes, de photographies, de reproductions de dessins à la plume (dessins de nuages), de figures en couleurs donnant les phénomènes de halos, enfin de très belles planches qui représentent les aspects des aurores australes.

BERNARD BRUNHES,
Directeur de l'Observatoire du Puy-de-Dôme.

Wernicke (Gustave), *Ingénieur*. — **Elektrotechnische Messungen und Messinstrumente** (MESURES ET INSTRUMENTS DE MESURES ÉLECTROTECHNIQUES). — 1 *vol. in*-8° *de* 138 *pages, avec* 92 *figures*. (*Prix* : 6 *fr*. 25.) *N*° 13 *de l'« Elektrotechnik in Einzel-Darstellungen ». F. Vieweg und Sohn, éditeurs. Braunschweig*, 1909.

Ce petit ouvrage donne des indications sur la mesure du courant, de la tension et de la conduction, de la résistance, de l'induction et de la capacité, ainsi que des grandeurs magnétiques. Les méthodes et instruments de mesure usuels dans la pratique électrotechnique sont seuls traités. Pour les instruments, l'auteur s'est étendu surtout sur les propriétés et le mode d'emploi, en réduisant au strict nécessaire les détails sur la construction.

Lorsqu'on mesure de très faibles courants ou tensions, il arrive fréquemment qu'on croit devoir se servir d'instruments très sensibles, mais incommodes, alors que des instruments plus commodes seraient encore utilisables dans la plupart des cas. Pour cette raison, l'auteur s'est attaché à indiquer, à propos de chaque instrument, la sensibilité maximum pour laquelle il est ou peut être construit.

Schryver (S. B.), *Maître de Conférences de Chimie physiologique à University College, Londres*. — **The general characters of the Proteins.** — 1 *vol. in*-8° *de* 86 *pages*. (*Prix* : 3 *fr*. 25.) *Longmans, Green and C*°, *éditeurs. Londres*, 1909.

Deux biochimistes bien connus, MM. R. H. Aders Plimmer et F. G. Hopkins, publient à Londres, en une série de petits volumes cartonnés de 60 à 100 pages, des monographies fort intéressantes sur les divers sujets qui sollicitent l'attention des chimistes physiologistes. Il ne manque pas de raisons pour justifier cette publication, peut-être plus utile ici que dans toute autre discipline. La Biochimie évolue aujourd'hui si rapidement, elle est cultivée par tant de savants que les travaux s'accumulent, les points de vue changent, les idées foisonnent et il est pratiquement impossible de les enfermer dans le cadre forcément limité d'un traité didactique, que les longueurs de la rédaction exposent à l'inconvénient de ne refléter jamais qu'imparfaitement l'état actuel de la science.

Dans sa monographie, M. Schryver a laissé systématiquement à l'écart tout ce qui a trait à la physico-chimie des colloïdes ; elle fera l'objet d'un volume spécial.

Par contre, son travail nous donne, en un résumé bien fait, le tableau des propriétés physiques et chimiques des substances protéiques : solubilité, précipitation par les sels, coagulation par la chaleur, séparations par fractionnement. Quelques notions historiques intéressantes, trop souvent négligées ailleurs, nous permettent de remonter jusqu'à l'origine des méthodes aujourd'hui classiques et dont beaucoup d'entre nous ne connaissent pas les auteurs. Signalons, en passant, la part très justement faite à l'initiateur que fut Denis (de Commercy).

Une seconde partie est consacrée aux caractères proprement chimiques : composition, réactions colorées, répartition de l'azote dans la molécule ; présence et signification du phosphore, modes de fixation différents de ce métalloïde dans les diverses espèces : on sait que, dans ces derniers temps, cette question a beaucoup préoccupé l'École anglaise, et particulièrement R. H. Aders Plimmer. On trouvera des renseignements précis et fort utiles à connaître sur l'application des procédés de la Physico-Chimie à la solution de quelques problèmes touchant la constitution des matières protéiques : conductivité, acidité, basicité, etc. L'étude des divers réactifs occupe les derniers chapitres : on y trouvera résumée, trop brièvement peut-être, l'action des agents oxydants, des halogènes, de l'acide nitreux, etc. Cette partie aurait gagné à des développements plus détaillés, l'auteur écrivant, comme il le déclare lui-même, pour des chimistes.

Un dernier chapitre est consacré aux méthodes biologiques de différenciation des protéines et, par conséquent, aux précipitines : des exemples empruntés à Schultz éclairent cet exposé.

En somme, une monographie claire, intéressante et susceptible de rendre des services aux spécialistes, telle est l'œuvre de M. Schryver.

Dr L. HUGOUNENQ,
Professeur à la Faculté de Médecine de Lyon
Correspondant de l'Académie de Médecine.

Palomaa (H.). — **Contribution à l'étude des Dérivés alkyloxylés des Alcools, des Acides et des Ethers gras.** — *Thèse de Doctorat, présentée à la Faculté d'Helsingfors*, 1909.

Il est toujours tentant d'abandonner l'étude banale d'un type de corps ou de réaction pour rechercher les relations générales susceptibles de donner des éclaircissements sur la nature intime de la matière. Le malheur est que, lorsqu'une pareille question est traitée consciencieusement, les résultats ne répondent pas à la peine, car les relations que l'on peut déduire sont tellement compliquées qu'elles deviennent inutilisables.

Tel est le cas du travail de M. Palomaa. L'auteur s'est proposé d'étudier les variations de propriétés que provoque l'introduction de divers groupements, à différentes places, dans la chaîne carbonée des éthers-oxydes. On sait déjà que les éthers-oxydes α-halogénés R.O.CHX.R', sont des corps très aptes à réagir; au contraire, les dérivés β-substitués R.O.CH².CHX.R' sont inertes, tandis que les dérivés γ sont intermédiaires. M. Palomaa a étudié, au même point de vue, les éthers-oxydes à fonction mixte, dans lesquels le symbole X représente l'un des groupements OH, CO²H ou CO²C²H⁵; il a, de plus, cherché à faire ressortir une relation entre la constitution et les propriétés chimiques de ces corps, d'une part, et leurs propriétés physiques (volatilité, densité, fusibilité, etc.), d'autre part.

Cette étude a nécessité une bibliographie des plus minutieuses et des plus complètes, ainsi qu'une revision expérimentale des constantes physiques des nombreux corps rentrant dans la catégorie définie plus haut; en effet, beaucoup de ces constantes, et principalement les densités, ont dû être corrigées de quantités variables. C'est là, à mon avis, la partie la plus fructueuse de la thèse de M. Palomaa. La préparation des matières premières, nouvelles ou non, a été faite, en général, par des procédés classiques, dont quelques-uns, cependant, ont été l'objet de critiques intéressantes. Je ne parlerai pas du système de nomenclature et de classification adopté par l'auteur, qui semble un peu compliqué, bien qu'il permette de calculer assez rapidement le nombre d'isomères possibles dans le cas de composés à fonction mixte.

Quant aux conclusions, elles sont à peu près négatives; d'ailleurs, M. H. Palomaa reconnaît lui-même, avec la meilleure bonne foi, que les relations entre la constitution chimique et les propriétés physiques (en dehors des séries homologues) sont extraordinairement complexes et variables.

En résumé, cette thèse constitue un travail extrêmement consciencieux et très utile au point de vue de la revision des constantes physiques. Mais je doute fort que l'objectif en puisse être jamais atteint, et l'exemple du travail gigantesque accompli par Bischoff et ses élèves, non sans utilité, mais sans conclusion, vient à point pour confirmer cette opinion.

P. Freundler,
Maître de Conférences adjoint
à la Faculté des Sciences de Paris.

3° Sciences naturelles

Métin (Albert), *Professeur à l'Ecole coloniale et à l'Ecole des Hautes Etudes commerciales.* — **La Colombie Britannique. Etude sur la colonisation au Canada.** — 1 *vol. in-8° de 431 pages, avec cartes et photographies.* (*Prix* : 12 *fr.*) *Armand Colin, éditeur. Paris*, 1909.

Cet ouvrage, présenté à la Faculté des Lettres de l'Université de Paris comme thèse de doctorat, doit compter parmi les deux ou trois meilleures productions géographiques de l'année. La géographie, en effet, l'imprègne tout entier, c'est-à-dire la préoccupation incessante de placer dans leur cadre de phénomènes et de rapports naturels l'activité humaine et l'évolution économique. La vue directe du pays, au cours de deux voyages, donne d'ailleurs à ces pages une singulière expression de vie et de vérité, en même temps que l'étude scrupuleuse des documents de toute espèce en fait le plus exact et le plus sûr des guides.

L'analyse de la vie sociale en Colombie Britannique était tentante, même si l'auteur n'eût pas fait sa spécialité des pays de colonisation anglaise. Nous avons là, à un degré plus fort que dans le reste du Canada, et avec une netteté plus grande qu'en Sibérie, le spectacle infiniment attrayant d'un groupe humain très civilisé aux prises avec les plus dures fatalités naturelles (p. 14). La contrée est à peine connue dans beaucoup de ses parties; en dehors des solitudes du nord, l'île de Vancouver, par exemple, entrée la première dans la voie de l'évolution économique, n'est pas encore levée sur plus du tiers de sa surface, et l'on y rencontre dans la forêt primitive, à quelque distance des établissements miniers du S.-E., le puma et le glouton, devenus si rares ailleurs. Au milieu de cette « nature forte et drue », 180.000 habitants (en 1901) arrivent à tirer du sol pour 250 millions de francs de marchandises, mais sans pouvoir encore se nourrir par leurs propres moyens. A la première prospection, aux premiers efforts isolés d'exploitation, ils ont immédiatement, dans les parties les plus favorables, substitué la mise en valeur capitaliste, scientifique, et déjà destructive, le travail organisé par la loi : les étapes intermédiaires, si péniblement franchies dans d'autres pays de colonisation beaucoup moins difficiles, n'ont pas existé ici. Les hommes se sont complètement armés bien avant d'être assez nombreux pour faire partout la conquête de l'eau, ou pour entamer partout la forêt et le désert.

La base de la géographie physique de la Colombie est la distinction des zones orographiques qui se succèdent du Pacifique à la Prairie : 1° *chaîne marine des îles*, très récemment séparée du continent, succession de massifs de roches métamorphiques à gîtes minéraux, tout à fait sauvages sur la côte O. jusque dans Vancouver ; 2° *chaîne côtière*, dont les massifs granitiques, largement découpés par les vallées-cañons et les « entrées » marines en forme de fiords, présentent à l'O. leur pente la plus longue, tout entière occupée par la forêt, le glacier et le torrent, à l'E., au contraire, de courts versants abrupts et secs; 3° *plateaux intérieurs*, de roches crétacées, recouvertes par d'énormes épanchements de basaltes et par les dépôts glaciaires d'argiles à blocaux et de limons blancs, larges séries de tables sculptées par de grands cañons (Fraser, etc.); 4° *Sierras des Selkirk et des Monts du Caribou*, dénudées et rocheuses au sommet, bocagères sur le versant ouest, amas de schistes et de calcaires paléozoïques, traversés par des granites qu'accompagnent d'autres gîtes minéraux variés; 5° enfin plis récents de la *Cordillère Rocheuse*, découpés en massifs par les cols et les vallées qui aboutissent aux « gaps » ou portes de la Prairie.

Le climat varie de l'O. à l'E., selon ces zones, la végétation de même, et ainsi se succèdent les milieux très différents de l'activité humaine, uniformisés dans le nord par la rigueur de l'hiver. Aux versants pacifiques, le tiède vent « chinook », les grandes précipitations de printemps et d'automne (2.345 mm. de pluie, et 965 mm. de neige à Port-Simpson), les étés ensoleillés qui, dans le Sud, colorent les célèbres roses de Vancouver, et éclairent, en avant de la futaie vierge des conifères géants (sapins Douglas, thuyas et pruches), la bordure continue de grands arbustes toujours verts. — Sur les plateaux intérieurs, au contraire, les pluies d'été, rares et irrégulières (moins de 25 cm. dans Chilcotin), les gelées tardives (mai) ou précoces (septembre), les vagues de chaud et de froid. C'est la transition entre le *dry belt* américain et le climat forestier arctique, avec des différences accentuées entre le Sud et le Nord; là, le soleil hâtif de printemps donne essor à la floraison dès avril (Okanagan); au Nord, la navigation recommence aussi en avril, mais les semailles ne peuvent se faire qu'au début de mai, à l'arrivée des

hirondelles. Partout d'immenses espaces dénudés, ou bien, au milieu de maigres bouquets de pins jaunes, des herbes sèches, des buissons épineux groupés comme dans le « chaparral » mexicain, des opuntias; le domaine du puma et du serpent à sonnettes voisine celui des animaux arctiques: le caribou, le castor.

Depuis le temps où les marins de tous pays venaient à Nootka (Vancouver) poursuivre la loutre de mer, et où le voyage de Mackensie (1792-93) préparait la fondation des premiers forts à l'intérieur, le fait décisif pour la colonisation de la Colombie a été la *découverte de l'or de* 1851 *à* 1858 (Fraser), presque en même temps que la Compagnie d'Hudson perdait son monopole commercial. Dès lors, le peuplement blanc a véritablement progressé. M. Métin étudie le milieu indigène dans lequel se sont faits les groupements. 16.000 Indiens, sur les 25.000 qui habitent la Colombie (1/4 du total du Canada), vivent sur la côte O.; leurs traits mongoliques accusés, leurs totems, leurs associations demi-religieuses, leurs villages fixes de maisons carrées en bois, leur civilisation de pêcheurs les distinguent des Indiens des plateaux. Ceux-ci, de type athabascain, étaient restés nomades; « marcheurs secs et nerveux », ils partageaient leur vie entre leurs villages de pêche, construits en bois aux passages du saumon, et leurs campements de huttes qu'ils déplaçaient à la poursuite de l'élan. Sauf 3.500 environ, dans le Nord, tous les indigènes sont aujourd'hui cantonnés sur les réserves, « nation dans la nation, mineurs en tutelle », mais dont le genre de vie évolue assez rapidement vers la civilisation. L'une des plus vivantes descriptions de l'ouvrage, et des plus géographiques, est celle des villages indiens des réserves, avec les bâtiments de la Compagnie, de la mission, et les cultures qui peu à peu font tache tout autour (p. 168). De ces villages partent déjà d'assez nombreux ouvriers d'industrie.

Les blancs immigrés, en très grande majorité venus du Royaume-Uni, sont groupés, nécessairement, sur les districts miniers ou agricoles : Vancouver S.-E., district de Burrard et plaine du bas Fraser, partie méridionale des plateaux intérieurs. Dans ces régions, les agglomérations de villes retiennent une partie notable de la population : 27.000 à Victoria-cité et à Nanaimo-ville, sur un total de 50.890 habitants pour Vancouver (1901); 27.000 à Vancouver-ville sur un total de 42.000 habitants pour tout le district de Burrard. Au sud du Fraser seulement, la densité kilométrique dépasse 3 : c'est, dit M. Métin, la seule région *d'existence normale*. Ailleurs, la population, « accaparée par les mines, les moyens de transport, l'exploitation des forêts et des eaux, est égrénée en groupes que séparent des étendues presque désertes » (p. 180): vue saisissante des conditions démographiques dans lesquelles se fait la mise en valeur.

La pêche est restée l'une des principales ressources. En 1904, la Colombie occupait le deuxième rang des Etats de la puissance pour la valeur des prises et pour le capital engagé. Les 3/5 de la production sont fournis par les *saumons*, du genre « sockeye » principalement, que l'on poursuit d'avril jusqu'au 10 août, d'abord dans les « entrées », et le long de la côte O. de Vancouver, puis dans le bas Fraser. A ce moment de l'année, toute une flotte de voiliers, montée en grande partie par des employés japonais, anime les parages de l'embouchure. Mais l'exploitation est devenue destructive, et des règlements nombreux ont dû intervenir, soit pour la pêche même, soit pour la protection des œufs et des alevins contre les Indiens de l'intérieur. C'est 800.000 caisses de 48 livres que les usines colombiennes de préparation ont pu livrer en 1905. Déjà on se préoccupe de suppléer à la diminution de ce revenu: une compagnie américaine a organisé la pêche du flétan, pour fournir de poisson frais les Etats de l'Est.

La prospection et l'établissement des mines ont fait pour la pénétration et pour le peuplement ce que n'avait pu produire la pêche. Dans toute la Colombie, c'est par la recherche du minerai qu'ont débuté, et l'exploitation de la forêt, et le groupement des hommes en villes, condition première de la véritable agriculture. La Colombie fournit actuellement presque tout l'or de la puissance en dehors du Yukon, les 3/4 du cuivre et le 1/4 du charbon. M. Métin a fort bien décrit l'évolution générale qui, dans quelques cas, a fait sortir de grandes villes, comme *Rossland* ou Nanaimo, d'un primitif établissement de prospecteurs : édification d'une scierie près des cabanes, puis création d'un *camp minier* d'approvisionnement dans la vallée proche, et aménagement graduel de ce camp en cité (p. 246-247). Pour *l'or*, dont la production a dépassé 29 millions 1/2 en 1905, sur un total général de 73, le fait géographique important est que les « placers », quoique exploités par galeries (placers fossiles) et par dragues, grâce à l'intervention des Compagnies, ne donnent que 1/6 environ de l'or de minerai: les principaux sont ceux de *Caribou* et d'*Atlin*. L'or de filon (25 millions de francs, en 1905) est obtenu par le broyage de minerais composés, dans lesquels il se trouve associé au plomb (*Trail-Creek*) ou au cuivre (*Boundary-Creek*). D'assez puissantes Sociétés sont seules capables de mener à bien cette exploitation, et l'industrie minière, livrée d'abord aux mains d'aventuriers qui agissaient à leurs risques et périls, a pris de la sorte la même forme scientifique et capitaliste qu'aux Etats-Unis ou dans les autres colonies anglo-saxonnes. Il en est ainsi pour tous les métaux en général. De fort belles photographies (pl. XII) et une description tout à fait attachante (p. 267) montrent comment s'est faite la concentration près des mines, et comment ont été organisées ces séries d'usines, où l'on a visé, comme aux Etats-Unis, à réduire la main-d'œuvre au minimum : pour faciliter les manipulations, les bâtiments s'étagent le long du versant minier, depuis les abris pour les broyeurs jusqu'aux *fours de fusion*, qui occupent le bas des pentes, à proximité des rails, des ateliers de réparation et des scieries. Un « smelter » peut ainsi devenir le centre d'une ville (ex. Granby).

Pour une énorme étendue de bois (725.000 kmq), dont beaucoup, il est vrai, en brousses et en taillis, la surface forestière régulièrement exploitée est très faible, 2.500 kilomètres. On peut dire que l'industrie du bois est presque restreinte à la zone côtière (p. 221); elle livre surtout des bois de charpente et des bardeaux tirés des grands conifères. Les camps de bûcherons et les scieries s'égrènent jusque dans le nord, ravitaillés par les « timber cruisers ». Les scieries à transformations sont à Vancouver et appartiennent, elles aussi, à des Sociétés qui font l'exportation dans le Royaume-Uni, l'Australie, le Chili, l'Afrique australe, et déjà dans les Etats canadiens de la Prairie, où va 1/10 du bois ouvré.

La culture digne de ce nom n'existe encore que par îlots, et la cherté d'une main-d'œuvre attirée surtout par l'industrie rend les progrès plus lents. On remarquera dans l'ouvrage de M. Métin la description des ranches (p. 231) et l'étude de l'élevage au point de vue de son orientation nouvelle, c'est-à-dire la production des vaches laitières et des porcs. Cette transformation n'a pu évidemment se faire que dans les parties peuplées du sud, où les débouchés sont assurés; elle a entraîné l'introduction des fourrages artificiels : le trèfle sur la côte (bas-Fraser, Vancouver), la luzerne dans l'intérieur plus sec. Laiteries-beurreries s'organisent, et des règlements émanés d'un service spécial du Ministère de l'Agriculture protègent déjà cette industrie. Il y aurait lieu d'insister enfin sur les progrès de l'horticulture, dirigés aussi par un « board » particulier du même Ministère. Une très expressive photographie nous montre les vergers irrigués de pommiers-arbustes. Okanagan produit des raisins et des pêches. L'exportation des fruits a commencé pour le Yukon et pour la Prairie, réglementée aussi dans les détails.

J'ai essayé de donner une idée des principaux résultats de la transformation de la Colombie. La dernière partie de l'ouvrage (p. 279 et suiv.), intitulée les *Régions économiques*, est une vue synthétique qui permet d'apprécier à quel point de son évolution est parvenu chacun des « pays » de la Colombie. On sera frappé de l'énorme avance des parages du sud, principalement le long des voies ferrées, et de l'immensité du champ encore ouvert à la colonisation.

Les cartes sont tout à fait géographiques, puisqu'elles visent à traduire aux yeux des rapports. Les photographies ont une valeur éminemment démonstrative. Les unes et les autres contribuent à laisser de ce volume l'impression d'une œuvre achevée et solide. La vue des choses n'y a point été prétexte à pédantisme. Les idées générales dégagées ont une vraie nouveauté.

J. Machat,
Docteur ès Lettres, Professeur au Lycée Buffon.

Pitard (J.), *Docteur ès Sciences*, et **Proust** (L.). — **Les Iles Canaries. Flore de l'Archipel.** — 1 *vol. in-8° de* 500 *p., avec* 19 *planches. Klincksieck, édit. Paris*, 1909.

S'il ne s'était agi que de faire un catalogue des plantes croissant dans l'Archipel des Canaries, point n'était besoin d'écrire un nouveau livre. Il eût suffi, dans le silence du cabinet, de compulser les Mémoires des nombreux botanistes que la flore de ces belles îles a attirés. Aussi n'est-ce pas pour la satisfaction unique de décrire quelques espèces nouvelles que M. Pitard nous a promis sur ce sujet trois volumes, dont le deuxième vient de paraître.

Après deux longs séjours de quatre à cinq mois, occupés à parcourir en naturaliste convaincu et en botaniste ardent les treize îles qui composent l'archipel, M. Pitard s'est livré à de nombreuses observations sur l'ensemble de la végétation, la durée de l'évolution des types annuels, l'époque de floraison et de fructification des espèces vivaces, la répartition des espèces, et il a fixé les localités très précises où l'on peut les rencontrer. Un point particulier était intéressant à établir, et l'auteur n'a eu garde de l'oublier : c'était de suivre l'évolution de certaines espèces méditerranéennes qui se trouvent là sous la latitude la plus méridionale de leur aire de dispersion; aussi trouve-t-on dans l'ouvrage, avec beaucoup d'autres renseignements, les altitudes extrêmes qu'atteignent ces espèces. Les résultats de ces investigations, joints aux critiques des espèces endémiques et à l'examen de celles qui sont en voie d'extension ou au contraire d'extinction, dans leurs rapports avec les flores des régions voisines ou éloignées, ont amené l'auteur à exposer ses présomptions « en faveur de l'existence de l'antique Atlantide ».

Pour l'étude de ses notes et herbiers, M. Pitard s'est annexé la collaboration éclairée d'un amateur passionné, M. Proust.

Dans la Préface, qui comprend près de quatre-vingts pages, toutes intéressantes et écrites dans un style concis, quoique toujours agréable et clair, les auteurs n'ont naturellement pas repris l'étude géographique de l'archipel, faite dans le premier tome, mais se sont étendus sur les conditions extérieures de la vie : température, régime des pluies et des vents, pression barométrique, nébulosité, etc. Aux Canaries, la végétation ne subit pas, comme dans les régions tropicales, deux arrêts annuels, mais un seul repos qui, dans les diverses zones soumises à des facteurs différents, se produit à des époques variables. Il ne faudrait cependant pas croire que le cycle évolutif de la plante s'exerce avec la régularité que nous lui connaissons sous nos climats; il y a là des différences assez considérables, comme la durée du phénomène de la chute des feuilles, qui tombent lentement une à une, et non plus en chute brusque comme à l'automne en Europe tempérée. De même, les fleurs s'épanouissent pour une même espèce souvent pendant plusieurs mois, au lieu de présenter une époque bien déterminée de floraison. L'étude du sol est l'objet d'un autre chapitre, puis M. Pitard partage l'île en trois zones botaniques : 1° zone *maritime*, avec cultures tropicales (0 à 600 mètres environ); 2° zone *sylvestre*, avec cultures tempérées (600 à 1.800 mètres); 3° zone *suprasylvestre* ou *subalpine* (au-dessus de 1.800 mètres). Nous renvoyons à l'ouvrage pour l'étude des espèces caractéristiques de ces zones de végétation et les conclusions tirées sur les caractères de la flore canarienne ancienne ou récente. Nous terminerons seulement en disant que déjà dix-neuf espèces nouvelles pour la flore générale sont décrites, que soixante-dix espèces non recueillies aux Canaries sont citées pour la première fois et accompagnées de nombreuses variétés spéciales à ces îles. Vingt-sept très belles photographies, très judicieusement choisies, complètent la documentation. Félicitons vivement M. Pitard qui, avec une situation professorale des plus modestes, a pu, sans aucun concours pécuniaire officiel, faire des expéditions coûteuses, et remercions les auteurs de nous donner une œuvre qui fait honneur à la Botanique française.

Em. Perrot,
Professeur à l'Ecole supérieure de Pharmacie de Paris.

4° Sciences médicales

Darier (J.), *Médecin de l'Hôpital Broca.* — **Précis de Dermatologie.** — 1 *vol. in-8° de* 707 *pages, avec* 122 *fig.* (*Prix* : 12 *fr.*) *Masson et Cie, édit. Paris*, 1909.

La Clinique, fortement étayée par l'Anatomie pathologique, telle est la caractéristique du livre de M. le Dr J. Darier. A côté de la description clinique, l'explication anatomo-pathologique est d'une clarté remarquable. De nombreuses photographies, d'une grande netteté, nous montrent les divers types cliniques; des coupes multiples, avec des légendes explicatives, objectivent merveilleusement les lésions histologiques. Les légendes de ces dernières figures sont détaillées, jusqu'à la minutie, et ne laissent rien dans l'ombre. Bien plus, l'auteur tire de ses études anatomo-pathologiques les déductions les plus utiles pour la thérapeutique, témoin le chapitre des épithéliomas.

La première partie, de beaucoup la plus importante (430 p.), est consacrée aux formes dermatologiques. C'est l'œil qui fait le diagnostic en dermatologie; la morphologie et la topographie des lésions cutanées sont les guides principaux pour le diagnostic clinique des maladies de la peau. Ce sont là aussi les fils conducteurs qui permettent au débutant, ou à celui qui se trouve, pour la première fois, en présence d'une dermatose un peu rare, de s'orienter dans un Traité et de rechercher ce qu'il a bien pu voir. On comprend donc le souci de l'auteur et l'importance qu'il a donnée dans son livre à l'étude de la morphologie des dermatoses et des principaux syndromes que l'on rencontre le plus communément en Pathologie cutanée.

La deuxième partie est une mise au point de la nosologie dermatologique, d'après les données les plus récentes. Sous une forme volontairement concise, mais claire, l'auteur donne tous les renseignements réellement importants sur cette question, qui restera longtemps encore à l'état d'ébauche, en raison des maladies de nature encore indéterminée et des syndromes, simples réactions cutanées complexes, qu'on a eu trop de tendance, jusqu'ici, à envisager comme de véritables entités morbides.

A propos de chaque dermatose, M. le Dr Darier a indiqué la conduite à suivre, mais il ne s'est pas cru quitte pour cela, et il a tenu à donner, dans la troisième partie de son ouvrage, un mémento de thérapeutique dermatologique raisonnée : les médications dermatologiques.

Tel est cet ouvrage, où la clinique, l'anatomie pathologique et la thérapeutique, exposées avec précision et clarté, se servent en quelque sorte mutuellement, pour le plus grand profit des lecteurs : étudiants, praticiens, et tous ceux qu'intéresse la Dermatologie.

Dr J. Brault,
Professeur de Clinique dermatologique à l'Ecole d'Alger.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 23 Août 1909.

1° Sciences mathématiques. — M. **Lémeray** signale qu'il a déjà exposé, il y a onze ans, le principe de la méthode récemment développée par M. de Montessus pour le calcul des racines des équations au moyen de substitutions uniformes convenables. — M. **Ch. Lallemand** a calculé les mouvements de la verticale dus à l'attraction de la Lune et du Soleil, la Terre étant supposée absolument rigide.

2° Sciences physiques. — M. **A. Fernbach** a extrait de la cellule de levure une substance toxique pour la levure même et aussi pour les bactéries. Cette substance est volatile avec la vapeur d'eau à 40°; elle traverse les filtres en porcelaine et est détruite à 100°.

3° Sciences naturelles. — M. **J. Tur** a étudié l'effet du radium sur le développement des œufs de *Philine aperta*. La segmentation n'est pas retardée, mais l'embryon se hérisse de cellules qui sortent de leur rang et se séparent ensuite de la larve; celle-ci diminue progressivement et meurt après neuf à dix jours.

Séance du 30 Août 1909.

1° Sciences mathématiques. — M. **N. Saltykow** présente ses recherches sur le perfectionnement de la théorie des équations partielles de premier ordre.

2° Sciences physiques. — M. **Boulouch** montre que certains artifices employés par M. Muller dans sa récente démonstration de la règle des phases sont susceptibles de critiques qui leur enlèvent toute valeur. — M. **P. Gaubert** a constaté que, dans le cas de pseudopolychroïsme, le maximum d'absorption de la lumière, dans les sphérolites constitués par une seule substance, a lieu suivant une direction perpendiculaire à la section principale du nicol; dans les sphérolites formés de deux substances ne se mélangeant pas intimement, le maximum d'absorption peut se produire dans une direction perpendiculaire à la précédente, mais il n'y a pas d'absorption anomale. — M. **R. Dubrisay** a constaté que l'élévation de température augmente la dissociation de l'iodure de bismuth. Il peut se former deux produits : un oxyiodure rouge $BiIOH$ et un corps noir contenant Bi^2O^3 pour $5HI$. — M. **P. Lemoult** simplifie la méthode de détermination du pouvoir calorifique des combustibles gazeux en comptant H^2 et CO ensemble, sans les séparer, ces deux gaz donnant la même contraction en présence d'alcali, consommant la même quantité d'O par molécule et dégageant la même quantité de chaleur. — M. **P. Martinand** a reconnu que la levure ne peut faire fermenter un moût sucré contenant SO^2 libre; la fermentation des moûts sulfités est provoquée par des micro-organismes analogues aux *Torula*, qui font disparaître SO^2 et permettent ainsi aux levures de proliférer ensuite. — M. **J. Wolff** montre que la spécificité des oxydases peut résulter soit de la présence d'une diastase particulière, soit de la superposition d'un certain nombre de facteurs qui exercent mutuellement leur action.

3° Sciences naturelles. — MM. **J. E. Florence** et **P. Clément** ont constaté que l'ingestion de sels ammoniacaux provoque des accès chez les épileptiques et que le traitement bromuré contrebalance cette action. — M. **R. Anthony** décrit un *Mesoplodon*, cétacé rarissime, qui s'est échoué le 2 novembre 1908 sur la presqu'île de la Hougue. C'est un mâle adulte, de 5 mètres de longueur; l'étude anatomique se poursuit. — M. **Aug. Chevalier** montre que la forêt vierge africaine diminue d'étendue : vers le nord, elle est en régression et la brousse soudanaise prend peu à peu sa place; dans l'intérieur, les défrichements l'appauvrissent.

Séance du 6 Septembre 1909.

1° Sciences mathématiques. — M. **Ch. Lallemand** a déterminé les marées du géoïde, en supposant le globe terrestre absolument rigide. Du fait de la Lune, le géoïde présenterait d'abord une marée semi-diurne, nulle aux pôles et maxima à l'équateur ($0^m,50$), puis une marée semi-mensuelle, une marée mensuelle et une marée de 18 ans 8 mois, nulles à la latitude de 35°14′ et maxima au pôle (8 cm., 4 cm. et 4 cm. respectivement). De même, le Soleil produirait une onde semi-diurne, une onde semi-annuelle et une onde annuelle, analogues aux trois dernières ondes lunaires. L'élasticité du globe aurait pour effet d'augmenter d'un tiers les maxima.

2° Sciences physiques. — MM. **J. Perrin** et **Dabrowski** ont étudié à l'ultramicroscope le mouvement brownien des grains de mastic en émulsion dans l'eau. L'observation de la répartition des grains et celle des déplacements donnent pour N (constante d'Avogadro) les valeurs 70.10^{22} et 73.10^{22}, nombres presque identiques à ceux trouvés avec la gomme gutte. — M. **J. Guinchant** a constaté que la constante cryoscopique du bromure mercurique fondu employé comme dissolvant, déduite de la formule de van't Hoff, est notablement plus grande (403) que la constante expérimentale donnée par les sels dissous (340 en moyenne).

3° Sciences naturelles. — MM. **Ch. Nicolle, C. Comte** et **E. Conseil** ont reconnu qu'il est possible de transmettre le typhus exanthématique du bonnet chinois infecté au bonnet neuf par le moyen du pou du corps. Il est probable que la propagation de cette maladie chez l'homme a lieu aussi par ce parasite. — MM. **H. Jumelle** et **H. Perrier de la Bathie** décrivent quelques ignames sauvages de Madagascar, qui entrent dans l'alimentation des Sakalaves (*Dioscorea Bemandry*, *D. Soso*, *D. Macabiba*, *D. Antaly*, *D. Maciba*). — M. **A. Roussy** a constaté que, pour certaines moisissures, les substances grasses peuvent, à elles seules, être à peu près un aussi bon aliment que les hydrates de carbone, à condition d'observer certaines proportions (optima : 6 à 10 %). — M. **A. Allemand-Martin** a étudié la structure géologique de la péninsule du Cap Bon (Tunisie); il a observé trois plis anticlinaux, constitués surtout par des grès rouges, séparés par deux synclinaux parallèles occupés par des formations néogènes.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 31 Juillet 1909.

M. **C. Gerber** attribue aux présures végétales un rôle dans la synthèse, la translocation et la mise en réserve des substances protéiques, et dans la conduction et la nutrition du boyau pollinique du stigmate à l'ovule. — Mme **Déjerine-Klumpke** et M. **André-Thomas** ont constaté l'existence de fibres sympathiques irido-dilatatrices provenant de la moelle cervico-dorsale et aboutissant au ganglion ciliaire. — M. et Mme **L. Lapicque** ont reconnu que la consommation minima n'a pas la même valeur, par unité de poids, chez des oiseaux de tailles diverses; elle est d'autant plus grande que les oiseaux sont plus petits. — M. **A. Therre** a observé que la cure thermale de Vichy, chez la chèvre en état de lactation physiologique, entraîne une exci-

tation des organes hématopoïétiques, suivie de leur épuisement; elle ne modifie pas la tension artérielle. — MM. V. et J. Baur décrivent un cas de méningite cérébro-spinale où le précipito-diagnostic fut positif dès le début de l'affection, mais où les méningocoques n'apparurent dans le liquide céphalo-rachidien que le dix-septième jour de la maladie. — MM. G. Meillère et P. Fleury estiment que l'inosurie est intimement liée à la glycosurie; elle n'accompagne la polyurie que dans les cas où celle-ci est elle-même liée au syndrome glycosurique. — MM. Ch. Achard et H. Bénard ont déterminé le pouvoir leuco-conservateur des humeurs; celui du sérum se relève, en général, au déclin des maladies aiguës. — MM. Cl. Regaud et G. Dubreuil ont constaté que l'isolement d'une lapine, par rapport au mâle, fait diminuer la glande interstitielle de l'ovaire, tandis que la cohabitation permanente en provoque l'augmentation. — MM. M. Loeper et G. Béchamp montrent que les affections intestinales chroniques s'accompagnent des éliminations de chaux les plus élevées, que l'intestin soustrait ainsi à l'organisme. — MM. Gougerot et Blanchetière ont observé que les endotoxines sporotrichosiques extraites à l'éther tendent à faire de l'infiltration cellulaire lympho-conjonctive, tandis que les endotoxines chloroformiques tendent à faire une réaction lympho-conjonctive basophile, fibrocellulaire, puis scléreuse. — M. P. Lassablière a reconnu que des températures élevées peuvent à la longue avoir une action défavorable sur la valeur nutritive des aliments. — MM. Ch. Mantoux et J. Lemaire ont constaté, par l'intradermoréaction à la tuberculine, pratiquée sur 300 enfants non malades de un à quinze ans, l'extrême fréquence de la tuberculose latente. — MM. E. Wertheimer et G. Battez montrent que l'atropine n'empêche pas la glycosurie asphyxique de se produire, ce qui est contraire à l'hypothèse de l'existence de nerfs glyco-sécréteurs. — M. J. Nageotte a observé dans le sang du foie de la grenouille des granulations spumeuses et des granulations libres. — M. F. Picard décrit un Hyménoptère fouisseur du genre *Oxybelus*, qui attaque violemment les Glossines au Soudan français et les tue. — M. S. Marbé a reconnu que, dans la maladie de Basedow, l'indice phagocytaire et opsonique est diminué, qu'il n'y a pas mononucléose, que les leucocytes se colorent en violet, caractères qui excluent l'intervention de l'hyperthyroïdie. — MM. W. Mestrezat et E. Gaujoux confirment la valeur diagnostique et pronostique de la formule chimique du liquide céphalo-rachidien dans la méningite cérébro spinale à méningocoques.

RÉUNION BIOLOGIQUE DE NANCY

Séance du 12 Juillet 1909.

MM. J. Apsit et Ed. Gain ont constaté que des grains tués par l'immersion dans l'eau chaude à 65°, pendant vingt minutes, renferment encore de l'amylase dont l'activité n'est pas atteinte par la chaleur. — M. R. Moreaux a étudié la spermiogenèse chez le macaque. — MM. G. Etienne, Rémy et Boulangier ont reconnu que la réaction leucocytaire des tuberculeux à la tuberculine n'est modifiée que très légèrement dans l'état anaphylactique. — M. R. Collin présente la reconstruction photostéréoscopique d'une cellule ganglionnaire spinale du chien. — M. A. Colas a observé que l'argent colloïdal électrique a une action élective sur les cultures d'*Aspergillus fumigatus*. Le mercure colloïdal est éminemment toxique. — M. M. Lucien montre que le faisceau interne du muscle pédieux jouit d'une véritable individualité. — MM. M. Lucien et J. Parisot ont reconnu que l'augmentation du nombre des corpuscules de Hassal doit être considérée comme un signe d'involution et non comme une manifestation spéciale d'activité du thymus; l'existence d'une sécrétion spécifique de ce dernier n'est pas confirmée. — M. J. Parisot a observé que, dans l'action hypotensive exercée par l'extrait de thymus, c'est la partie lymphatique de cet organe qui joue le rôle le plus important.

RÉUNION BIOLOGIQUE DE BORDEAUX

Séance du 27 Juillet 1909.

M. M. Coyne a étudié une tumeur congénitale de l'ombilic développée dans un vestige de la vésicule allantoïdienne; elle rappelle les caractères de l'ouraque. — M. R. Lautier montre que la réaction de Rivalta indique, dans les liquides organiques d'origine inflammatoire, la présence d'une substance spéciale, caractérisée par sa réaction avec l'eau acétique. — MM. J. Gautrelet et L. Thomas ont constaté que la température du lapin décapsulé suit, dans certaines limites, les variations de la température extérieure. Le sympathique (abdominal surtout) est moins excitable. — MM. A. Lancien et L. Thomas ont reconnu que la grenouille normale n'ionise pas les gaz, non plus que le cobaye, ni les géraniums. — M. B. Auché a provoqué expérimentalement de la gangrène cutanée et sous-cutanée par l'injection de staphylocoque doré au lapin et au cobaye. — MM. J. Sabrazès et L. Muratet ont observé la présence de kystes à sarcosporidies, dans le tissu musculaire, au voisinage immédiat d'une tumeur fibro-sarcomateuse chez un cheval.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE FRANCE

Séance du 23 Juillet 1909.

M. Ch. Tanret a retiré du seigle ergoté une base nouvelle, renfermant du soufre, l'ergothionéine, $C^9H^{15}Az^3O^2S$. Elle cristallise avec $2H^2O$ dans le système clinorhombique. F. 290° avec décomposition; $[\alpha]_D = +110°$. Ses sels ont ceci de particulier que leur acide peut être titré aux indicateurs colorés comme s'il était libre. — M. M. Delépine a trouvé dans l'essence de criste marine l'isomère de l'apiol, dit apiol d'essence d'aneth ou diméthoxy-2 : 3-méthylènedioxy-4 : 5-allyl-1-benzène. — Le même auteur présente une nacelle à compartiments dont il se sert pour les combustions en tube ouvert. — MM. A. Haller et Ed. Bauer, en faisant agir l'amidure de sodium sur la pinacoline en solution dans l'éther, ont obtenu, avec dégagement d'AzH^3, un dérivé sodé qui, traité par CH^3I, fournit la monométhylpinacoline déjà connue. En sodant cette dernière et traitant de nouveau par CH^3I, on obtient la diméthylpinacoline ou pentaméthylacétone, déjà préparée par Nef, dont l'oxime fond à 141°. Cette cétone, réduite par Na dans l'alcool, donne l'alcool pentaméthylisopropylique, dont le phényluréthane fond à 79°. La pentaméthylacétone, traitée par $NaAzH^2$, puis par CH^3I en solution benzénique, fournit l'hexaméthylacétone, Eb. 150-151°, donnant par réduction un alcool, F. 50°. — M. E. André a préparé, à partir du phénylacétylène, cinq acétones acétyléniques, dont trois déjà connues, puis le valérylphénylacétylène et le caproylphénylacétylène, bouillant tous deux vers 186-188° sous 18 millimètres. Les acétones acétyléniques se combinent avec les amines primaires, pour donner des combinaisons très altérables à l'air, et avec les amines secondaires, pour donner des combinaisons cristallisées : le diéthylamine-propionylphénylacétylène fond à 45°, le diéthylamine-butyrylphénylacétylène à 40°. Ces combinaisons s'hydrolysent facilement par les acides en donnant des dicétones β : $(C^6H^5.CO.CH.CO.CH^3)^3$, F. 191°; $(C^6H^5.CO.CH.CO.C^2H^5)^3$, F. 152°; etc. — MM. Ch. Moureu et Bongrand ont obtenu, en déshydratant la diamide $COAzH^2.C : C.COAzH^2$, un corps fondant à 20° en une huile légère, Eb. 76°. Sa vapeur irrite violemment les yeux et le nez et son odeur est analogue à celle du cyanogène; il est combustible avec une flamme pourprée. Le nitrate d'argent, en solution aqueuse, l'attaque rapidement avec formation de cyanure d'argent. Les auteurs considèrent ce corps comme un sous-azoture de carbone, de constitution $Az : C.C : C.C : Az$; l'analyse correspond bien à une formule C^5Az ou C^4Az^2.

— M. E. **Kohn-Abrest** utilise l'action du gaz chlorhydrique pour le dosage direct de l'Al métallique dans des échantillons de poudre, de rognures, ou d'alliages d'aluminium avec des métaux donnant des chlorures peu volatils. Un simple dosage de Cl, dans le chlorure d'aluminium recueilli, donne la quantité d'Al métallique.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

Séance du 17 Juin 1909.

M. G. E. **Hale** présente ses recherches sur *la nature des flocules d'hydrogène sur le Soleil*. Dans les photographies de la ligne Hα du spectre du disque solaire faites à Mount Wilson avec une forte dispersion, on voit : 1° une ligne sombre large, différant d'intensité et de largeur suivant les régions du Soleil; 2° à l'intérieur des limites de la ligne sombre, une ligne brillante étroite, simple ou multiple, dans certaines régions du Soleil. Quelquefois, l'aspect ressemble à celui des lignes K^2 et K^3 du calcium, c'est-à-dire que la ligne brillante sur son fond sombre est divisée en deux composantes par une ligne noire centrale; dans d'autres régions, la ligne brillante est divisée en un plus grand nombre de composantes. Les images des flocules d'hydrogène sombres prises avec une fente presque égale en largeur à Hα paraissent dues, en général, à une augmentation locale d'intensité de la ligne sombre, correspondant à une augmentation d'absorption. Les proéminences sur le bord du Soleil sont fréquemment enregistrées comme flocules sombres quand elles sont photographiées en projection contre le disque. L'auteur montre que la dispersion anomale n'est pas le facteur principal dans la production des flocules d'hydrogène; elle peut jouer un rôle secondaire en en modifiant la forme. — Sir **N. Lockyer**, MM. **F. E. Baxandall** et **C. P. Butler** : *Sur l'origine de certaines lignes dans le spectre de ε Orion (Alnitam)*. Le spectre de l'étoile ε d'Orion renferme encore quatre lignes d'origine inconnue : 4.097, 4.379,8 et un double 4.647,7 — 4.650,8. Les auteurs montrent que les deux premières appartiennent au spectre de l'azote, tandis que le double fait partie du spectre du carbone. — M. **W. J. Harrison** : *La diminution des ondes de surface produite par une couche superposée de fluide visqueux*. L'auteur obtient une estimation de l'effet d'une mince couche de liquide visqueux sur la diminution des ondes à la surface d'un liquide légèrement visqueux. L'équation de la période du mouvement est du 4e degré, et a deux racines réelles et deux racines complexes dans le cas des ondes moindres qu'une certaine longueur, et quatre racines complexes dans le cas d'ondes d'une plus grande longueur. Les racines réelles correspondent aux modes amortis et les racines complexes aux modes propagés. On ne peut obtenir une expression générale de quelque utilité pour l'amortissement, mais l'équation peut être résolue numériquement dans chaque cas particulier. Dans ce mémoire, la vitesse de propagation et le module de diminution sont donnés pour des ondes d'une longueur de 2, 5, 10 et 20 centimètres à la surface du mercure sur lequel est superposée une couche de glycérine de 1 millimètre d'épaisseur. — M. **H. A. Wilson** : *Induction électrostatique à travers des isolateurs solides*. Ce mémoire contient le compte rendu d'une série d'expériences sur la variation de la capacité de l'ébonite et d'autres condenseurs, avec le temps de chargement et la différence de potentiel. Il est prouvé que la capacité C, après un certain temps de chargement t, est indiquée par la formule $C = C^0[1 + B \log (1 + pt)]$, dans laquelle C^0 marque la capacité quand $t = 0$, et B et p sont des constantes. Dans le cas de l'ébonite à 30° C., cette formule représente les résultats obtenus à 1/2.000 près. L'auteur a trouvé les valeurs des constantes pour plusieurs substances à diverses températures. Il montre que la capacité est indépendante de la différence de potentiel dans la limite des erreurs. Après un changement de température d'un condenseur d'ébonite, il se produit un changement très lent dans la capacité, qui continue pendant plus de cent heures à une température constante. — M. **A. Russell** a déterminé *les coefficients de capacité et les attractions ou répulsions mutuelles de deux conducteurs sphériques électrisés proches l'un de l'autre*. En étendant un théorème mathématique dû à Schlömilch, l'auteur montre que, lorsque les sphères sont rapprochées, les formules ordinaires en séries pour les coefficients de capacité, qui sont très laborieuses, peuvent être écrites sous une forme qui en rend le calcul très facile. L'auteur a recalculé et étendu par ce moyen les tables de Kelvin pour les coefficients de capacité de deux sphères égales quand la plus petite distance entre elles ne dépasse pas leur rayon. Quand les sphères sont très rapprochées, les lois d'attraction et de répulsion sont simples. Soit a le rayon de chaque sphère et x leur plus petite distance; si le rapport V_1/V_2 des potentiels des deux sphères n'est pas égal à l'unité, et si x/a est très petit par rapport à l'unité, la force mutuelle entre les sphères est attractive, et représentée par la formule $\frac{a(V_1 - V_2)^2}{8x}$. Si les potentiels des sphères sont égaux, la force répulsive entre elles est donnée approximativement par la formule de Kelvin pour la force répulsive entre deux sphères égales qui se touchent. Enfin, si les charges des deux sphères sont $+q$ et $-q$ et si x/a est faible par rapport à l'unité, la force attractive entre elles est donnée par l'expression :

$$\frac{2q^2}{ax\,[\log_e (a/x)]^2}.$$

— MM. **E. Wilson, G. E. O'Dell** et **H. W. K. Jennings** ont étudié *l'effet de l'histoire magnétique antérieure sur la magnétisation*. Ils ont constaté qu'entre certaines limites les aires des courbes d'hystérèse d'un anneau de fer soumis à la magnétisation après avoir été soigneusement démagnétisé ou après avoir été soumis à une force magnétisante considérable présentent une différence qui dépend de l'histoire magnétique antérieure. — M. **E. M. Wellisch** : *Le passage de l'électricité à travers les milieux gazeux*. L'auteur a utilisé une méthode expérimentale (basée sur celle de Langevin) pour rechercher si les ions positifs et négatifs produits par les rayons Röntgen dans un mélange de deux gaz, ou d'une vapeur et d'un gaz, ont des mobilités distinctes. Les résultats ne permettent pas de supposer l'existence de deux mobilités distinctes. Les mobilités ioniques dans l'air diminuent d'une façon sensible par l'addition de petites quantités de vapeurs d'alcool ou d'acétone, mais non par l'addition de vapeurs plus lourdes de CH^3I ou de C^2H^5I. Les expériences sur les mobilités ioniques dans les mélanges d'un gaz et d'une vapeur, les ions étant formés aux dépens de la vapeur seulement, montrent qu'il y a, au moins au commencement, un transport de la charge (positive et négative) de la molécule de vapeur à la molécule gazeuse. — M. **H. Geiger** : *L'ionisation produite par une particule α*. Le but de cette recherche était la détermination précise du nombre d'ions produits par une particule α lorsqu'elle est complètement absorbée dans l'air. Le moyen le plus direct pour trouver le nombre d'ions serait de mesurer toute l'ionisation produite par les particules α provenant d'une quantité connue de radium C. Mais, comme il est pratiquement impossible d'obtenir le courant de saturation dû aux particules α à la pression atmosphérique, il était nécessaire d'adopter une méthode indirecte. Voici brièvement quelle est cette méthode : On a mesuré l'ionisation due à toutes les particules α expulsées d'une quantité connue de radium C à une basse pression, en permettant à une petite portion définie de la trajectoire de chaque particule α d'être active. Le rapport de l'ionisation produite dans cette

faible portion de la trajectoire à l'ionisation produite le long de la trajectoire entière a été déduit d'après une détermination précise de la courbe d'ionisation. L'auteur a trouvé que le nombre d'ions produits dans l'air par une particule α du radium C durant tout son parcours est de $2,37 \times 10^5$. Puisque les particules α de produits radio-actifs différents varient seulement dans leur vitesse initiale, il est possible, à l'aide de la courbe d'ionisation du radium C, de calculer le nombre d'ions produits par les autres substances. — MM. **H. Geiger** et **E. Marsden** : *Une réflexion diffuse des particules α.* On observe qu'une réflexion diffuse se produit lorsque les particules α font incidence sur une plaque. On compte les particules réfléchies d'après les scintillations produites sur un écran de sulfure de zinc. Les auteurs trouvent que l'effet varie avec des métaux différents comme réflecteurs, le montant de la réflexion étant approximativement proportionnel au poids atomique de la substance réfléchissante. En employant des nombres différents de minces feuilles d'or comme réflecteurs, on trouve que la réflexion est un effet de volume; elle est, par conséquent, semblable à la réflexion des particules β. Prenant une quantité mesurée de radium C comme source, et employant une plaque de platine comme réflecteur, on trouve que, sur le total des particules α incidentes, environ 1 pour 8.000 subit la réflexion. — M. **R. Rossi** : *L'effet de la pression sur le spectre de bandes des fluorures des métaux alcalino-terreux.* Il a été prouvé par A. Dufour que le spectre de bandes des fluorures des métaux alcalino-terreux présente un effet Zeeman marqué; il était intéressant de voir si ces bandes particulières seraient aussi déplacées par la pression, parce qu'il est connu que les bandes du cyanogène, lesquelles, comme la plupart des bandes, ne présentent pas d'effet Zeeman, ne sont pas déplacées par la pression. On a employé le grand spectrographe à réseau concave de 2 pieds 1/2 du Laboratoire de Physique de l'Université de Manchester, et l'on a trouvé que les bandes des fluorures de calcium, baryum et strontium sont déplacées par la pression. L'ordre de grandeur du déplacement est environ le même que pour les spectres de ligne. Les composants en lesquels les bandes sont résolues sont élargis par la pression, et la relation linéaire entre la pression et le déplacement déjà découverte par de précédents observateurs sur les spectres de lignes semble exister ainsi pour ces bandes. Il ne semble pas qu'il y ait une relation évidente entre les grandeurs de l'effet de Zeeman et de l'effet de déplacement dû à la pression dans le cas de ces bandes.

SOCIÉTÉ ANGLAISE DE CHIMIE INDUSTRIELLE

SECTION DE NEW-YORK

Séance du 21 Mai 1909.

M. **A. Vorisek** propose de rechercher l'alcool méthylique dans l'alcool éthylique par oxydation avec une solution faible d'acide chromique, exempte d'acide sulfurique; on recherche l'aldéhyde formique dans le distillat par l'essai de Hehner modifié. — M. **O. B. May** conseille de mélanger l'huile de castor avec son poids de magnésie en poudre fine. La substance pâteuse obtenue est stable, sans goût et sans odeur, et possède toutes les propriétés thérapeutiques de l'huile de castor avec celles de la magnésie.

SECTION DE SYDNEY

Séance du 12 Mai 1909.

MM. **J. S. Maclaurin** et **W. Donovan** décrivent une *méthode rapide et exacte pour déterminer le fer dans ses minerais.* Elle consiste à : 1° griller le minerai finement pulvérisé; 2° réduire le minerai grillé par chauffage dans le gaz d'éclairage ou l'hydrogène; 3° dissoudre le minerai réduit dans l'acide sulfurique dans une atmosphère de CO^2; 4° titrer la solution par le permanganate.

ACADÉMIE DES SCIENCES D'AMSTERDAM

Séance du 26 Juin 1909.

1° Sciences mathématiques. — M. Korteweg présente au nom de M. **L. E. J. Brouwer** : *Sur la transformation continue et uni-univalente de surfaces en elles-mêmes.* Deuxième partie (pour la première partie, voir *Rev. génér. des Sciences*, t. XX, p. 388). Démonstration des trois théorèmes suivants : 1° Une transformation continue et uni-univalente d'une surface bilatérale en elle-même possède au moins un domaine de transformation, interrompant la connexion de la surface en joignant deux systèmes isolés ouverts de courbes, invariants pour la transformation; 2° Cette transformation possède au moins un domaine de transformation, interrompant la connexion de la surface ou joignant deux points invariants; 3° Une transformation continue et uni-univalente d'un plan cartésien en soi-même possède au moins un point invariant ou bien elle est l'image continue et uni-univalente d'une translation.

2° Sciences physiques. — M. J. D. van der Waals présente au nom de MM. **A. Smits** et **E. C. Witsenburg** : *Sur les phénomènes qui se présentent lorsque, dans le cas d'un système ternaire, la surface du point de plissement et la surface à deux nappes des trois phases se rencontrent.* Le système ternaire étudié est: éther-antraquinone-alcool. — M. **H. A. Lorentz** : *Sur la théorie de l'effet Zeeman dans le cas d'observations à directions quelconques.* Les phénomènes observés par M. Hale sur les raies spectrales des taches solaires ont incité l'auteur à étudier théoriquement l'effet Zeeman dans le cas où la direction de l'observation fait un angle quelconque avec les lignes de force magnétique. Ce problème ayant été traité par M. W. Voigt en 1900, l'auteur ne publie ici que quelques considérations ne se trouvant pas chez le savant allemand. — Ensuite M. Lorentz présente au nom de M. **J. J. van Laar** : *Sur l'état solide.* IV. — M. **H. Kamerlingh Onnes** : *Isothermes de substances mono-atomiques et de leurs mélanges binaires.* IV. Données sur le néon et l'hélium. — Ensuite M. Onnes présente : 1° au nom de MM. **P. Lénard, W. E. Pauli** et lui-même : *La conduite des phosphures des terres alcalines à des températures différentes et très basses*; 2° au nom de M. **J. Becquerel** : *Contribution à la connaissance du phénomène de Zeeman dans les cristaux.* — M. **H. E. J. G. Du Bois** : *Sur un électro-aimant semi-annulaire perfectionné.* — M. A. F. Holleman présente au nom de M. **E. H. Büchner** : *La radio-activité des composés du radium*, et la thèse de M. **S. van Dorssen** : Contributions à la connaissance des acides nitro et amido-sulfobenzoïques.

3° Sciences naturelles. — M. **J. W. Moll** lit la biographie de feu M. C. A. J. A. Oudemans, de 1859 à 1906 professeur de Botanique à Amsterdam. Cette biographie paraîtra dans l'Annuaire de l'Académie. — M. **L. Bolk** : *Sur la position et le déplacement du Foramen magnum chez les Primates.* — M. **G. A. F. Molengraaf** : *Sur quelques sédiments océaniques de Bornéo central.* — Ensuite M. Molengraaf présente au nom de M. **H. A. Brouwer** : « *Glimmerleucitbasalt* » du *Bornéo oriental.* — M. F. A. F. C. Went présente la thèse de M. **J. Boldingh** : « The flora of the dutch West Indian Islands St-Eustatius, Saba and St-Martin » (La flore des îles des Indes occidentales hollandaises Saint-Eustache, Saba et St-Martin). — M. E. C. van Leersum présente la thèse de M. **M. A. van Andel** : « Volksgeneeskunst in Nederland » (La médecine du peuple dans les Pays-Bas). P. H. Schoute.

Le Directeur-Gérant : Louis Olivier.

Paris — L. Maretheux, imprimeur, 1, rue Cassette.

20e ANNÉE N° 19 15 OCTOBRE 1909

Revue générale des Sciences pures et appliquées

DIRECTEUR : **LOUIS OLIVIER**, Docteur ès sciences.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. L. OLIVIER, 18, rue Chauveau-Lagarde, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et dans tous les pays étrangers y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Nécrologie

L. Bouveault. — Avec une constance et une rigueur impitoyables, la mort semble s'acharner à choisir ses victimes parmi les plus distingués de nos hommes de science, sans se préoccuper de la cruauté de ses coups ni de l'étendue du vide qu'elle fait dans nos rangs.

Comme Curie, comme Moissan, comme Becquerel, comme Arth dont la tombe est à peine fermée, Bouveault est enlevé à l'affection de sa famille et de ses nombreux amis en pleine vigueur intellectuelle et en pleine activité scientifique.

Né à Nevers en 1864, Bouveault, après sa sortie de l'Ecole Polytechnique, en 1885, entra comme préparateur aux travaux pratiques de Chimie, à la Faculté de Médecine de Paris, et mena de front ses études médicales et celles de la licence ès sciences physiques, tout en consacrant ses loisirs à des recherches personnelles, sous la direction de son maître et ami M. Hanriot.

Reçu docteur ès sciences physiques en 1890, puis docteur en médecine en 1892, il fit un court stage à la Faculté de Médecine de Lyon et ne tarda pas à être attaché à la Faculté des Sciences de la même ville en qualité de maître de Conférences de Chimie.

Son passage dans l'Université lyonnaise a été marqué par une série de très belles recherches, publiées, les unes en collaboration avec M. Barbier, les autres en son nom seul.

La délicatesse des sujets traités, l'habileté avec laquelle il a su résoudre certaines difficultés d'ordre technique, et les déductions ingénieuses qu'il a su tirer de ses expériences le révélèrent, dès lors, comme un maître sur lequel on pouvait fonder les plus belles espérances.

La suite de sa carrière a montré que ces espérances étaient justifiées.

En 1898, nous voyons Bouveault maître de Conférences de Chimie générale à Lille, et en 1899 maître de Conférences, puis professeur adjoint de Chimie organique à la Faculté des Sciences de Nancy.

Fécond en idées et en projets, le jeune maître n'a pas manqué de mettre à profit les ressources nombreuses, tant en élèves qu'en crédits et en appareils de toute nature, qu'il a trouvées à l'Institut chimique de cette dernière ville, pour associer la jeunesse à ses travaux et faire des disciples dont l'un est déjà devenu un maître à son tour.

Cette suite non interrompue de travaux, tous d'une incontestable originalité, devait le désigner tout naturellement pour la maîtrise de Conférences de Chimie organique de la Faculté des Sciences de Paris, devenue vacante en 1901. Cette situation de maître de Conférences fut convertie en 1905 en celle de professeur adjoint.

Ici sa carrière de chercheur se poursuit avec la même constance et le même succès. Chaque année apporte son contingent de découvertes et d'études qui enrichissent le domaine de la Chimie organique et font le plus grand honneur au savant et, partant, à la science française.

Fils d'architecte, très épris de toute les manifestations de l'art, Bouveault avait l'esprit imaginatif et se plaisait aux constructions chimiques les plus ingénieuses. Il avait la vision des arrangements moléculaires dans l'espace. Mais ces envolées de l'esprit étaient tempérées par la conscience de l'expérimentateur, qui ne voulait rien abandonner aux hasards de l'hypothèse. Les édifices moléculaires suggérés par son ingéniosité d'artiste ne recevaient le jour de la publicité que lorsque l'expérience du chimiste les avait reproduits pierre par pierre. Profondément modeste et insoucieux des honneurs, ceux-ci sont venus à lui sans qu'il les ait jamais sollicités.

A peine sept années s'étaient-elles écoulées depuis l'apparition de son premier mémoire, que l'Académie des Sciences lui décerna, en 1896, une partie du prix Jecker, puis, en 1893, le prix tout entier, c'est-à-dire la plus haute récompense dont elle dispose en faveur des auteurs de travaux de Chimie organique. En 1907 et en 1908, la Section de Chimie le présenta en troisième ligne sur la liste des candidats à la succession de MM. Moissan et Ditte. Sa place à l'Académie des Sciences était, en effet, toute marquée pour l'avenir.

En raison de ses multiples mérites et aussi de son beau désintéressement, ses collègues de la Société Chimique l'ont choisi en 1897 comme président de la Société

et l'ont, la même année, désigné à l'unanimité pour la croix de la Légion d'honneur.

Entre temps, l'Ecole Polytechnique lui ouvrit ses portes et lui confia les fonctions d'examinateur d'entrée.

C'est au cours de cette tâche, pleine de fatigue et de responsabilité, tâche qu'il remplit avec le scrupule et la ponctualité dont il était coutumier, que le mal implacable qui le minait depuis quelque temps l'a terrassé.

La Chimie perd en Bouveault un de ses représentants les plus éminents et sur lequel elle était en droit de fonder les plus beaux espoirs.

La mort, en nous l'enlevant, anéantit toutes nos espérances et, eu égard à l'œuvre accomplie, nous frustre des bienfaits et de la renommée qu'aurait valus à la science française l'ample moisson de découvertes que sa belle intelligence et son inlassable activité nous réservaient encore.

Ces regrets que suscite la perte prématurée du collègue et de l'ami ne sont pas moins douloureux que ceux que provoque la disparition du savant. Bon, bienveillant et serviable, Bouveault inspirait la sympathie à tous ceux qui l'approchaient.

Sa nature généreuse, son esprit élevé, son caractère empreint d'une douceur à peine ombrée d'une pointe de malice indulgente, en faisaient un collaborateur plein de charme et un maître attirant au premier chef.

C'est à l'ensemble de ces belles qualités que Bouveault a dû de pouvoir réunir autour de lui une élite de jeunes travailleurs, auxquels il communiquait son ardeur pour la recherche et qu'il enflammait de son enthousiasme pour la science. Aussi, le culte de la mémoire de l'homme, comme celui du savant, n'est-il, de longtemps, pas prêt à disparaître.

A. Haller,
Membre de l'Institut.

§ 2. — Mathématiques

La théorie des équations intégrales. — Les travaux de MM. Fredholm et Hilbert ont élucidé d'une manière d'ores et déjà très complète la résolution des équations intégrales linéaires, dites de *seconde espèce*, c'est-à-dire de celles où la fonction inconnue figure dans un terme fini en même temps que sous le signe intégral.

Les propriétés des équations intégrales linéaires de *première espèce* (où la fonction inconnue figure seulement sous le signe intégral) sont non seulement beaucoup moins bien connues quant à présent, mais assurément beaucoup moins simples. Au lieu qu'une équation intégrale de seconde espèce dont le « noyau » reste fini et continu a (tant que le déterminant reste différent de zéro) une solution unique, cela n'a lieu pour une équation de première espèce que sous certaines conditions de nature assez compliquée et qu'on ne savait pas former jusqu'ici.

Cependant, ces équations de première espèce jouent, elles aussi, un rôle important dans les questions classiques de la Physique mathématique. C'est par elles, en particulier, que se traduit de la manière la plus naturelle le problème de Dirichlet, lorsqu'on le prend sous la forme où l'introduit l'Électrostatique, au lieu de le transformer par l'artifice connu de Neumann.

Aussi est-il utile de signaler le progrès accompli dans leur étude par une récente communication présentée par M. Picard à l'Académie des Sciences. M. Picard s'attaque précisément aux conditions de résolubilité dont nous parlions tout à l'heure, et les obtient en supposant le noyau « fermé » par la convergence de certaines sommes de carrés. Il peut, en particulier, étudier par ce moyen l'équation intégrale qui traduit le problème de Dirichlet.

M. Lauricella, qui avait déjà été conduit à considérer à ce propos les sommes en question, a repris le problème à la suite de la Note de M. Picard et donné une autre forme à la condition cherchée.

§ 3. — Physique

L'amortissement des ondes du mercure. — Au cours de ses récentes expériences sur la construction d'un télescope à miroir de mercure, M. R. W. Wood, professeur à l'Université John Hopkins, a eu l'occasion d'observer que les ondes superficielles du mercure en rotation — même celles de grande amplitude — sont supprimées presque complètement en recouvrant de glycérine la surface du métal. Il a obtenu des résultats encore plus satisfaisants avec l'huile de castor, qui, tout en étant presque aussi visqueuse, ne donne point lieu à la production de stries dues à l'absorption de l'humidité atmosphérique et dont la transparence égale presque celle de l'eau.

Le même expérimentateur[1] vient de se servir, pour étudier l'effet amortisseur de différents liquides, d'un grand diapason actionné par l'électricité et pourvu d'un stylet de verre plongeant dans le mercure. La surface du liquide réfléchissant était observée à travers deux fentes étroites partiellement superposées dans un carton mince, monté sur les branches d'un autre diapason électrique de même note. En dérangeant légèrement l'accord des deux diapasons par l'addition d'un peu de cire, on voit dans le stroboscope les ondes ramper lentement en recouvrant, à partir du centre de perturbation, la surface tout entière du mercure.

La lumière d'une petite source lumineuse est rendue légèrement convergente par une lentille, avant de tomber sur le mercure, l'image de la source étant projetée sur les fentes vibrantes. Or, en recouvrant le métal d'une couche mince de glycérine ou d'huile de castor, on voit les ondes s'évanouir complètement, après avoir parcouru la distance de 1-3 longueurs d'onde, suivant l'amplitude du diapason excitant. Cette expérience fournit une saisissante illustration des phénomènes que présente la lumière à son entrée dans un milieu absorbant.

Lors de ses recherches relatives au flux d'énergie dans le cas des bandes d'interférence (recherches que l'auteur se propose de traiter dans un mémoire ultérieur), M. Wood a réussi à éliminer toute perturbation due à la réflexion des ondes, en répandant de la glycérine autour du bord du plateau, dans la dépression capillaire formée par le mercure.

La conductibilité spontanée de la vapeur non lumineuse de sodium. — Le renversement spontané des raies d'absorption s'explique par la considération des ions atomiques positifs que, depuis la découverte de l'effet Doppler dans les rayons-canaux, l'on peut considérer comme véhicules d'émission et, par conséquent, d'absorption du spectre de lignes.

Dans un récent Mémoire, M. Ch. Füchtbauer[2] rend compte des expériences qu'il vient de faire sur la vapeur de sodium non lumineuse. Comme l'absorption des lignes D se produit déjà à la température de 190°, l'auteur en tire la conclusion qu'à partir de cette température, environ, la présence d'une conductibilité spontanée, indépendante de tout ionisateur extérieur, devrait être constatée. Cette prévision est, en effet, confirmée par l'expérience. En mesurant cette conductibilité (entre les limites de validité de la loi d'Ohm), on détermine, à l'aide des mobilités ioniques, le nombre d'ions contenus dans chaque centimètre cube. Lorsque, d'autre part, on apprécie, par voie optique, le nombre d'électrons absorbant les lignes D, on peut examiner si les supports de ces électrons sont identiques avec des ions atomiques positifs ou d'une constitution plus compliquée.

La conductibilité de la vapeur de sodium non lumineuse est importante à un double point de vue, à savoir : 1° au sujet de la question relative aux véhi-

[1] *Phil. Mag.*, juillet 1909.
[2] *Phys. Zeitsch.*, n° 11, 1909.

cules des séries de lignes; 2° pour la raison suivante : comme le sodium, les autres métaux alcalins absorbent la série principale aux basses températures, d'où l'on conclut qu'ils sont également ionisés à l'état de vapeur. Le mercure ne présente, au contraire, dans ces conditions, ni conductibilité, ni absorption, tandis que l'une et l'autre se produisent probablement aux températures élevées. Les métaux alcalins fortement électropositifs semblent, par conséquent, présenter plus que les autres matières une tendance à la formation d'ions à l'état gazeux comme à l'état de solution. Des expériences ultérieures sur la relation qui existe entre la température et le courant de saturation, dans les vapeurs de différents métaux alcalins, fera voir s'il s'agit d'une ionisation due à la température (en raison, par exemple, du choc thermique des ions négatifs toujours présents).

§ 4. — Métallurgie

Expériences sur un haut fourneau électrique en Suède. — Nous avons donné récemment l'analyse du compte rendu des expériences faites par le Gouvernement canadien, à Sault-Sainte-Marie, sur le traitement des minerais de fer dans le four électrique[1].

Poursuivant l'étude de cette importante question, le Département de l'Intérieur du Canada a délégué, il y a quelques mois, son directeur de Mines, M. Haanel, à Domnarfvet, en Suède, pour y assister aux premiers essais d'un haut fourneau électrique qu'ont établi MM. Grönwall, Lindblad et Stalhane.

M. Haanel a bien voulu nous communiquer, au sujet de ces expériences, les renseignements que nous résumons ci-après.

Le haut fourneau de Domnarfvet offre beaucoup d'analogie, sous le rapport de la forme, avec le haut fourneau ordinaire.

Il a $7^m,50$ de hauteur : la partie inférieure, élargie sur une hauteur de $2^m,10$, forme la chambre de fusion; elle est surmontée d'une cheminée à peu près cylindrique, sauf sur une hauteur de $1^m,20$ immédiatement au-dessus de la chambre de fusion, où elle a l'aspect d'un tronc de cône renversé, formant de la sorte un étranglement qui dirige vers la partie centrale de la zone de fusion la chute des matières.

Les électrodes sont introduites dans la zone de fusion, protégées par l'étranglement dont il s'agit, qui les met, de même que le revêtement, à l'abri du contact direct avec les matières.

C'est cette disposition qui constitue la caractéristique la plus importante du four et c'est à elle que les inventeurs attribuent la plus grande part du mérite de leur appareil.

Elle réalise d'une façon heureuse, en effet, ce desideratum fondamental énoncé par les précédents expérimentateurs, notamment par MM. Haanel et Héroult : l'isolement des électrodes et du revêtement à proximité de celles-ci.

Les électrodes sont au nombre de trois — le four étant alimenté en courants triphasés — et elles sont réglées à la main au moyen de treuils à volants sur lesquels s'enroulent les câbles d'alimentation. Les montures dans lesquelles elles glissent sont refroidies par une circulation d'eau.

A titre de précaution supplémentaire, le vent de tuyères obliques est dirigé contre la voûte. Les gaz soufflés par ces tuyères proviennent du haut fourneau même. Leur combustion dans le four représente donc une grande économie de combustible. Elle procure, en outre, une sérieuse amélioration du fonctionnement, car il a été constaté qu'avec ce procédé supplémentaire de chauffage, la répartition de la chaleur dans la masse est beaucoup meilleure que par aucune autre méthode.

Les matières composant les charges, — minerais, réducteur et fondant, — sont chargées par la partie supérieure, qui est équipée de la même façon que le sont les hauts fourneaux ordinaires.

Il est fait usage d'électrodes de poussier, fabriquées par un procédé spécial (une usine existe en Suède pour cette fabrication) qui donne des produits absolument remarquables. Leur homogénéité est parfaite, leur résistance mécanique très grande, leur conductibilité électrique comparable à celle des électrodes de graphite. Le procédé de préparation consiste à mouler la matière sous une très haute pression, puis à la soumettre à une cuisson prolongée, à une température de 1.200° C. environ. M. Haanel a constaté, au cours des expériences faites en sa présence, que ces électrodes sont nettement supérieures à celles dont il avait disposé à Sault-Sainte-Marie.

L'ensemble du four a, d'ailleurs, donné des résultats excellents, bien que les circonstances fussent très défavorables. Au moment où les essais ont été entamés, le four venait à peine d'être achevé; il n'avait pas eu le temps de sécher; le revêtement en était encore humide. De plus, les matières premières étaient mauvaises. Le coke, notamment, que l'on employa d'abord comme réducteur, contenait énormément d'humidité. Aucune des pièces n'avait été essayée préalablement.

Des accrocs étaient inévitables dans de telles conditions, et il n'est pas étonnant qu'il s'en produisît (bris d'un porte-électrode).

Malgré cela, M. Haanel est d'avis que le haut fourneau de MM. Grönwall, Lindblad et Stalhane est, dès à présent, entièrement approprié aux opérations sidérurgiques. Quoique l'on n'ait pu procéder à des mesures précises, la production peut être considérée comme supérieure, en quantité, à celle obtenue à Sault-Sainte-Marie. La marche du travail a d'ailleurs été parfaite; la fusion se faisait tout à fait régulièrement; les coulées ne donnaient jamais lieu à difficulté. L'homogénéité des produits était satisfaisante.

Quant au mode de récupération et de soufflage dont nous avons parlé, il n'a pu en être fait qu'un essai restreint; son efficacité n'en est pas moins démontrée.

MM. Stalhane, Grönwall et Lindblad ont, au surplus, obtenu la commande d'une installation importante de leur système pour une compagnie norvégienne. Cette installation comprendra, au début, indépendamment de la machinerie ordinaire d'une aciérie et de laminoirs, deux hauts fourneaux de 2.500 chevaux et deux fours d'affinage de 600 chevaux, ceux-ci du système spécial à induction qu'ont imaginé les mêmes inventeurs.

H. Marchand.

§ 5. — Chimie industrielle

L'azote assimilable des moûts et des bières. — Dans le *Bulletin de l'Ecole de Brasserie de Nancy*, paru en 1903, je signalais l'importance pratique que pouvait avoir la notion d'*azote assimilable*, c'est-à-dire de l'azote que les levures peuvent utiliser directement pour se reproduire. Dans les bières livrées à la consommation, le développement des cellules constitue un accident de fabrication fréquent, par les troubles ou les dépôts qu'il provoque, et, bien que les troubles ne soient pas toujours dus à la seule présence des cellules en suspension, la formation de ces cellules est au moins l'origine première des louches constatés.

On ne peut songer à la filtration pour retenir entièrement la levure, puisque les masses ou substances à grain assez serré pour empêcher le passage des cellules enlèvent aussi à la bière les éléments azotés normaux et modifient le goût et la mousse. D'autre part, il ne peut être question d'antisepsie dans les levures, agents indispensables de la fabrication ; il ne reste à envisager que la pasteurisation en canettes, traitement onéreux et compliqué, et l'emploi de l'anhy-

[1] H. Marchand : Les récentes expériences sur le traitement électro-thermique des minerais de fer. *Revue gén. des Sc.* du 30 mai 1909, t. XX, p. 443 et suiv.

dride sulfureux, qui est une tolérance, mais non un procédé régulier. Nous avons voulu chercher quelles seraient les conditions à réaliser pour rendre impossible la formation des cellules, et cela d'après la composition de la bière.

On sait que la levure ne peut former de cellules nouvelles qu'en absorbant un nombre relativement restreint de composés azotés, les uns chimiquement bien définis, comme les sels amoniacaux, les acides amino-amidés, les acides amidés, certaines bases xanthiques, tandis que d'autres, comme les peptones, ont une constitution beaucoup plus obscure, et l'assimilation *directe* de celles-ci n'est pas absolument démontrée. On sait aussi qu'au stade de la formation de cellules nouvelles l'aliment minéral et hydrocarboné joue un petit rôle et se trouve toujours en quantité largement suffisante dans les conditions pratiques pour toutes les bières.

L'azote assimilable joue donc un rôle prépondérant et l'on peut dire qu'une bière ne donnera plus de cellules nouvelles si elle est entièrement dépouillée d'azote assimilable.

D'après les travaux d'Ehrlich, puis d'Effront, les acides amino-amidés et les acides amidés subissent un dédoublement préalable avec mise en liberté d'ammoniaque, seule absorbée par la cellule, et création de produits accessoires, acides ou alcools, qui peuvent modifier le goût et la composition des liquides fermentés; mais nous considérerons néanmoins ces corps comme faisant partie de l'azote assimilable.

Les aliments assimilables par les levures dans une bière terminée peuvent avoir plusieurs origines:

1° Azote directement assimilable existant déjà dans les moûts et non absorbé en cours de fabrication;

2° Azote albuminoïde ou peptonique transformé par les enzymes protéolytiques de la levure pendant la fermentation;

3° Azote provenant du contenu des cellules et qui, après avoir subi une transformation à l'intérieur, est diffusé dans le liquide sous forme d'acides amidés, de bases xanthiques, etc.;

4° Azote assimilable et créé dans la bière même après livraison par les cellules de levure qui s'y trouvent.

L'azote assimilable des deux premières origines peut être déterminé par l'expérience, c'est-à-dire par une fermentation effectuée toujours dans des conditions identiques, comme température, durée, quantité de levure, la race de celle-ci demeurant constante.

Quant à la troisième cause, elle dépend beaucoup de la température, puisqu'il s'agit d'une action enzymatique et, par conséquent, elle sera très faible ou nulle dans les caves de garde froides de fermentation basse. Si, au contraire, la levure et la bière sont exposées, à la brasserie même, à une température élevée, la quantité d'azote diffusé dans le liquide augmentera aussi avec la *quantité* de levure présente, c'est-à-dire avec le nombre de cellules; pour un même nombre de celles-ci, la diffusion s'accroîtra si les cellules restent en suspension.

Enfin, la quatrième cause, création de l'azote assimilable aux dépens des albuminoïdes dans la bière livrée, suppose la présence de levures nombreuses et énergiques. Donc elle sera plus forte en fermentation haute qu'en basse, et, pour cette dernière fabrication, une bière ayant eu une longue durée de garde en cave très froide, bien clarifiée au foudre, ne donnera que très peu de cellules, et seulement des cellules affaiblies par une longue inanition. Au contraire, une bière jeune, ou ayant eu une fermentation secondaire énergique ou additionnée de Kräusen, ou enfin ayant une clarification imparfaite, contiendra des levures nombreuses et actives, capables d'attaquer les albuminoïdes et de faire apparaître l'azote assimilable.

On voit qu'il se montre là une différence nette entre la fermentation basse et la haute; cette dernière a fait l'objet de deux Mémoires du plus haut intérêt, publiés par M. H. T. Brown, dans le *Journal of the Institut of Brewing*, sous le titre : *Nitrogen question in Brewing*, et les résultats obtenus sont trop considérables pour que je veuille continuer les recherches dans cette direction ou faire quelques objections. Aussi me bornerai-je ici à considérer la fermentation basse et à signaler quelques observations faites dans mes essais.

Je rappellerai d'abord mon procédé de dosage pour l'azote assimilable des moûts et des malts, procédé comparatif bien entendu. Le malt, en farine fine, est saccharifié d'après la méthode de Vienne; puis, après avoir complété au poids de 900 grammes °/₀ de malt, on filtre et on stérilise dans la vapeur sans pression à raison de 200 centimètres cubes en ballons munis de tampons de coton.

Pour le moût, on filtre et on stérilise comme précédemment. Sur le moût, on détermine la densité au picnomètre et l'azote total au Kjeldahl; ensuite, on ajoute 5 gouttes d'une levure pure épaisse, toujours la même, et on place dans un bain d'eau à 11° situé lui-même dans une cave, dont la température n'atteint pas 15°. On laisse douze jours en agitant deux fois par vingt-quatre heures; puis, dans le local même, on filtre sur papier demi-dur qui retient parfaitement les cellules, de sorte que le liquide est clair; on dose sur celui-ci l'azote total et la densité, ce qui fournit par différence l'azote assimilé et l'atténuation finale.

Pour éviter toute erreur, on effectue en même temps l'atténuation finale à 25° et les deux déterminations doivent concorder à 1 °/₀ près.

Nous donnons ci-dessous quelques dosages faits par la méthode précédente sur des moûts pratiques, comparativement avec l'azote disparu pendant la fermentation principale à la brasserie; il s'agit de différents mélanges de malts :

	PROTÉINE ASSIMILABLE du moût		PROTÉINE DISPARUE en fermentation principale	
	°/₀ c.c.	°/₀ d'extrait	°/₀ c.c.	°/₀ d'extrait
	—	—	—	—
A . .	0,235	1,59	0,158	1,10
B . .	0,234	1,56	0,185	1,25
C . .	0,262	1,77	0,182	1,22
D . .	0,199	1,55	0,140	1,10
E . .	0,206	1,61	0,152	1,19
F . .	0,231	1,57	0,158	1,07
G . .	0,220	1,50	0,153	1,04
H . .	0,241	1,61	0,147	0,98
J . .	0,221	1,46	0,166	1,09

Comme on le voit, la détermination d'azote assimilable donne toujours une quantité supérieure à celle qui disparaît pendant la fermentation principale; cela signifie évidemment que, dans notre essai, les actions enzymatiques de la levure sur les albuminoïdes s'exercent d'une façon au moins aussi intense qu'en pratique et que notre détermination fournit le maximum de ce que la levure pourrait absorber. Il est évident qu'en opérant à 11°, nous favorisons plutôt les effets hydrolysants des diastases de la levure, par rapport aux conditions pratiques, et il est à noter, d'ailleurs, que notre essai de 12 jours nous donne une atténuation finale presque toujours supérieure à celle que fournit l'expérience à 25°.

Nous avons examiné pour quelques malts, à la brasserie de l'Ecole, l'influence du brassage et séparément celle du malt sur l'azote assimilable et assimilé pratiquement.

1° Influence du brassage. — Nous avons employé deux malts, orge Sarthe I et II. Le premier a été utilisé à trois brassins de la façon suivante : 1° brassin à 2 trempes; 2° brassin à 1 trempe; 3° brassin par infusion au macérateur avec empâtage à froid.

L'analyse des moûts montre que la protéine totale °/₀ d'extrait du moût est identique au chiffre de protéine non coagulable °/₀ d'extrait trouvé dans le malt. La protéine assimilable °/₀ d'extrait est la même dans les trois moûts, et les bières terminées répondent à la

même proportion de protéine disparue, de 1,57 °/₀ en moyenne. Avec le malt I, entièrement désagrégé et nettement forcé, l'influence du système de brassage a donc été nulle, pour l'azote total, pour l'azote assimilable et pour l'azote absorbé en pratique.

La même série de brassins a été faite avec le malt II, travaillé à la case pneumatique; il s'agit ici d'un malt très peu germé, à désagrégation grossière et imparfaite.

Cette fois encore, la protéine assimilable °/₀ d'extrait est la même, et celle qui a été absorbée présente pour les trois brassins une très faible variation 1,55 à 1,61. Nous avons, au contraire, une variation assez étendue pour la protéine totale °/₀ d'extrait : celle-ci n'est égale à la quantité dosée comme non coagulable dans le malt que pour le brassage à 2 trempes; celui à 1 trempe donne moins, celui par infusion donne davantage, et ceci peut être attribué justement à la désagrégation imparfaite du grain. La dissolution d'azote se faisant mal à 60° et au delà, c'est l'infusion avec réchauffage progressif à partir de 10-12° qui fournit l'attaque la plus grande. Malgré ces différences dans la protéine totale, l'azote assimilable reste constant.

Nous croyons pouvoir conclure des essais précédents que l'azote assimilable et assimilé est indépendant du mode de brassage pour un même malt; la protéine totale n'est pas modifiée non plus pour un malt complètement désagrégé et forcé, et reproduit la dose de protéine soluble non coagulable dosée dans le malt.

Au contraire, il y a des variations pour un malt à désagrégation très incomplète et c'est le procédé par infusion qui donne le maximum.

2° *Influence du malt.* — Nous avons fait avec divers malts le brassage à 2 trempes : empâtage à 45° et 2 trempes épaisses donnant 63 et 75°.

Les mêmes procédés de brassage et de fermentation appliqués à ces malts conduisent à des variations très notables de l'azote assimilable et de l'azote absorbé dans les conditions pratiques; il n'y a d'ailleurs aucune relation entre l'absorption d'azote et l'atténuation.

Quatre malts champagne III, IV, VIII et XVI, dont le travail de maltage n'a pas été identique, mais qui proviennent de la même orge, donnent des doses d'azote assimilable très différentes dans les moûts et bières; le III est voisin à ce point de vue des deux Sarthe I et II.

Un malt VII Beauce, avec trempe de l'orge dans l'eau nitratée, fournit une atténuation finale et une dose d'azote assimilable élevées, mais l'azote assimilé ou qui disparaît à la fermentation n'est pas en rapport avec la quantité dosée dans le moût; l'écart entre l'atténuation pratique et l'atténuation finale est également considérable.

Nous croyons pouvoir déduire de ces essais que l'influence du malt est très considérable, celle du brassage insignifiante, quant à l'azote assimilable et assimilé, au moins dans les limites des procédés de fabrication considérés; le malt VII semble indiquer que même l'eau de trempe employée pour l'orge peut exercer une influence sur la composition future des moûts.

Ces essais seront naturellement continués.

P. Petit.
Professeur à l'Université,
Directeur de l'Ecole de Brasserie de Nancy.

§ 6. — Botanique

Contribution à l'étude des céréales. Le blé, l'orge et le seigle à l'état sauvage. — Sous ce titre, M. A. Aaronsohn, ingénieur agronome à Caïffa (Palestine), vient de publier, dans le *Bulletin de la Société botanique de France*, un travail qui a fait quelque bruit dans les milieux botaniques et agronomiques. Aussi croyons-nous devoir en résumer les principales données pour les lecteurs de la *Revue*.

Jusqu'à ces dernières années, le problème de l'origine des céréales actuellement cultivées était des plus obscurs. Aucune donnée historique précise n'existait sur ce point, et jamais les botanistes n'avaient rencontré le froment à l'état sauvage.

Cependant quelques savants, tels que Körnicke, Ascherson, Schweinfurth, etc., croyaient fermement qu'il devait exister un prototype spontané de nos blés et que ce prototype était une Graminée dont un seul exemplaire avait été rapporté en 1855 du Hermon par Kotschy. Cet exemplaire, dont l'importance avait totalement échappé au collecteur, fut décrit par Körnicke, en 1889, sous le nom de *Triticum vulgare* Vill. var. *dicoccoides* Kcke. Depuis, Ascherson et Græbner l'ont appelé *T. dicoccum* Schr. var. *dicoccoides* Kcke.

Quelques mots sur les vues de Körnicke relatives à la classification des blés cultivés ne seront pas inutiles pour bien saisir les déductions que cet auteur a échafaudées sur la découverte du *Triticum dicoccoides*.

Rappelons tout d'abord que la section *Eutriticum* du genre *Triticum* contient les espèces: *T. Spelta* (Epeautre), *T. dicoccum* (Amidonnier) et *T. monococcum* (Engrain), possédant toutes trois un rachis fragile et dont les grains, à maturité, s'échappent difficilement des glumes qui les enferment ; et les *T. vulgare*, *T. durum* et *T. polonicum*, dont les axes ne sont pas fragiles et dont les grains s'échappent facilement de leurs enveloppes. Tous ces caractères ont été acquis et fixés par la culture: ils ne peuvent donc servir à subdiviser en sous-sections les *Eutriticum*; aussi Körnicke, puis Ascherson et Græbner ne reconnaissent-ils en définitive, dans les blés de cette section, que trois grandes espèces collectives, dont dériveraient toutes les autres: *T. monococcum*, très éloigné spécifiquement des autres blés, *T. dicoccum* et *T. Spelta*.

Le prototype du *T. monococcum* cultivé devrait se chercher dans le *T. ægylopoides* Bull., qui présente comme lui des épis étroits. Les caractères des glumes et de la radicule embryonnaire ont fait supposer à Körnicke que celui du *T. Spelta* réside dans une espèce encore inconnue d'*Ægylops*. Enfin le *T. dicoccum* dériverait d'un prototype qui se serait différencié de celui de l'Epeautre avant que chacun d'eux ait été soumis à la culture.

Quant aux races de blés cultivés, l'Engrain excepté, leur unité spécifique n'est plus douteuse : elles dérivent, selon toute vraisemblance, des *T. dicoccum* et *T. Spelta*.

Partant de là, Körnicke pensait que le *Triticum dicoccoides* sauvage rapporté par Kotschy constituait, à n'en pas douter, le prototype de nos blés, comme étant celui du *T. dicoccum* type.

Tel était l'état de la question lorsque M. Aaronsohn, au cours d'une exploration géologique et botanique dans les vignes du Dschebel Saffed, en 1907, remarqua, dans une crevasse de rocher de calcaire nummulitique, un pied isolé d'une Graminée qui, à première vue, pouvait passer pour une orge, mais qui, en réalité, était un *Triticum* à rachis fragile et épillets caducs: c'était le *Triticum dicoccoides*, et, en poursuivant ses recherches dans la même région, M. Aaronsohn découvrit, au pied et sur les pentes de l'Hermon, de nouveaux et riches peuplements de ce blé sauvage. Mais, chose curieuse, ce *Triticum* présentait une innombrable quantité de formes, tantôt se rapprochant du *T. durum*, tantôt rappelant le *T. monococcum*.

Une nouvelle campagne d'exploration, en 1908, permit de compléter ces recherches, de confirmer l'identité avec le *Triticum dicoccoides* des échantillons précédemment recueillis et de constater sa présence à l'état spontané dans diverses autres localités de la Syrie méridionale, où son indigénat ne fait plus maintenant aucun doute.

D'autre part, les herborisations de 1907 avaient fourni à M. Aaronsohn des échantillons de *Triticum monococcum* var. *ægylopoides* provenant de l'Hermon ; aux environs de Damas, il avait récolté quelques pieds de seigle (*Triticum* [*Secale*] *cereale*) et, peu après, il avait rencontré sur l'Anti-Liban le *T.* [*Secale*] *monta-*

num Guss., qui est le prototype du seigle. L'indigénat des deux prototypes se trouve ainsi établi dans la région de l'Hermon, de même que la présence du seigle dans les cultures de l'Orient, où on le croyait totalement inconnu.

Une autre observation présente également une réelle importance. Partout le *Triticum dicoccum* se trouve mélangé à l'*Hordeum spontaneum*, dont les Arabes ne semblent pas le distinguer, de telle sorte qu'il est permis de supposer que la mise en culture de cette orge a pu avoir lieu en même temps que celle du blé.

Ainsi donc sont réunis à l'état spontané en Syrie et en Palestine les prototypes du blé, du seigle et de l'orge. C'est là un document de première importance pour ceux qui veulent faire partir de ces régions l'origine de la culture des céréales alimentaires.

Mais, quelque intéressantes que soient les découvertes de M. Aaronsohn au point de vue théorique, elles présentent encore une importance économique de tout premier ordre.

Le blé sauvage, en effet, préfère les stations ensoleillées et les terrains rocheux, secs et maigres; il se développe d'autant mieux que l'aridité du sol est plus grande. On peut donc supposer que, par sélection et croisements, il sera possible d'obtenir des races nouvelles, très endurantes et très rustiques, qui permettront d'étendre la culture du blé aux régions déshéritées où elle est actuellement impossible.

Des essais très instructifs ont été entrepris dans cette voie, à l'Institut agronomique de Bonn-Poppelsdorf et aux Etats-Unis.

Les premiers résultats sont des plus encourageants; la rusticité et les facultés d'adaptation de la céréale se sont trouvées tout à fait exceptionnelles, de telle sorte qu'il est permis d'espérer, dans un avenir prochain, et grâce à l'importante découverte de M. Aaronsohn, une notable extension de la culture du blé à la surface du Globe.

L. Lutz,
Professeur agrégé
à l'École supérieure de Pharmacie de Paris.

§ 7. — Sciences médicales

Le rappel à la vie, en cas de mort apparente, à l'aide des courants électriques. — M. Battelli, à Genève, se livrait, il y a déjà un certain nombre d'années, à des expériences relatives à la mort causée par l'électrocution et au rappel à la vie par le courant électrique, en se servant d'une seule stimulation de courant alternatif de 4.800 volts, agissant pendant une fraction de seconde sur l'animal électrocuté. Bien que ce procédé soit peu efficace et, dans certains cas, puisse même devenir dangereux, il n'en a pas moins eu le mérite incontestable d'appeler sur ce sujet l'attention du monde scientifique. Plus récemment, MM. Leduc et Rouxeau, à Nantes, ont obtenu des résultats un peu plus encourageants, en disposant la cathode sur la tête et l'anode sur l'abdomen du sujet et en lui appliquant des excitations rythmiques produites à l'aide du courant électroculeur lui-même.

Mlle la doctoresse L. G. Robinovitch, qui, en partie aux laboratoires de ces deux savants, s'est adonnée avec un zèle particulier à l'étude de cet important problème, a été amenée à constater que leur méthode, efficace dans le cas du lapin, ne réussit plus quand on l'applique au chien. Pour opérer avec plus de sécurité, il conviendrait d'exclure la tête de l'influence des excitations de courant et d'employer, pour les premières impulsions électriques, une tension minime augmentée graduellement, s'il y a lieu. Comme la mort apparente peut durer quelques minutes, il est, en effet, dangereux d'épuiser l'excitabilité du cœur par l'emploi de tensions élevées dès le commencement des excitations rythmiques. La méthode indiquée par Mlle Robinovitch fait entrevoir la possibilité de rappeler à la vie les victimes des accidents dus aux courants de haute tension, dans les installations électriques où l'on dispose presque toujours d'une source de courant de basse tension. Les électrodes étant disposées sur le dos et dans la région lombaire, les excitations rythmiques sont continuées jusqu'à ce que la pression sanguine et une respiration spontanée satisfaisante se rétablissent. Dans la plupart des cas, la mort due au contact des conducteurs de courants électriques n'est, en effet, aucunement instantanée; comme le contact s'établit en général par la main ou le pied, le choc électrique est rarement aussi profond que dans l'électrocution artificielle réalisée au laboratoire. Le malade respire presque toujours à l'arrivée du médecin et la mort ne survient que quelques minutes ou même une demi-heure après l'accident, par suite de la paralysie définitive de la respiration et de l'activité cardiaque. C'est dire qu'on dispose parfaitement du temps nécessaire pour appliquer les impulsions rythmiques destinées à ranimer la respiration et le fonctionnement du cœur. Ces excitations rythmiques sont provoquées à l'aide d'une grande bobine d'induction spéciale, à fil de moins de $0^{mm},6$ de diamètre. L'expérimentateur recommande d'utiliser un courant rapidement intermittent.

Le même procédé est appelé à rendre des services aussi grands pour la réanimation des malades ayant subi une syncope dans la narcose au chloroforme. Dans ce cas, le succès serait d'autant plus sûr que le médecin peut tenir prêt l'appareil de rappel à la vie dès le commencement de la narcose. Les procédés de ranimation mécaniques jusqu'ici en usage étaient très peu efficaces, surtout dans les cas les plus graves, d'autant plus que la mort apparente, loin d'être toujours provoquée par une même cause, est due, soit à la paralysie du cœur, soit à la paralysie de la respiration, soit enfin à ces deux causes combinées, causes qui, d'une action lente dans certains cas, peuvent, dans d'autres, agir très rapidement. Or, le procédé électrique permet de tenir un compte exact de ces diverses circonstances et d'adapter exactement le mode opératoire à chaque cas donné.

Mlle Robinovitch a fait de très nombreuses expériences sur des chiens asphyxiés d'abord par le chloroforme jusqu'à cessation complète de la respiration et de l'activité cardiaque, et les a ranimés ensuite par l'application d'impulsions rythmiques de courants électriques. La pression sanguine s'observe en reliant l'artère à un manomètre, et la respiration, en appliquant un pneumographe à la poitrine. Le chloroforme n'est appliqué à dose maximum qu'une fois l'insensibilité parfaite établie par l'anesthésie électrique.

Mlle Robinovitch vient d'avoir la première occasion d'essayer cette méthode sur l'homme, en rappelant à la vie une malade ayant subi une grave syncope due à l'intoxication chronique par la morphine. Après avoir pris, pendant deux années, deux grammes de morphine par jour, cette femme s'était vue tout à coup privée de la drogue à son arrivée à l'hôpital Sainte-Anne, à Paris. Pendant la syncope, qui durait depuis vingt minutes, plusieurs autres médecins avaient esssayé en vain les procédés usuels, tels que les tractions rythmiques de la langue, la respiration artificielle par la méthode de Sylvester, etc. Or, l'application de la méthode électrique, à l'aide de la bobine d'induction spéciale indiquée par Mlle Robinovitch, a suffi pour rappeler cette femme à la vie, après des excitations rythmiques continuées pendant environ trente secondes.

Alfred Gradenwitz.

LES CRUSTACÉS MARINS COMESTIBLES

La plupart des Crustacés sont comestibles, mais les principaux se rangent dans l'ordre des Décapodes, qui renferme des espèces plus ou moins grandes, toutes caractérisées par la présence d'yeux portés au bout de pédoncules mobiles, d'un bouclier qui protège le céphalothorax et de dix pattes disposées en cinq paires. Homards, Langoustes, Crevettes et Crabes sont des Crustacés décapodes.

Les parties comestibles les plus fines des Crustacés décapodes sont les muscles, et l'on peut dire de ces animaux qu'ils ont d'autant plus de valeur que ces parties sont plus développées. A ce point de vue, les groupements naturels de l'ordre représentent aussi des groupements économiques, car ils sont essentiellement fondés sur la musculature. Les Crustacés décapodes, en effet, se divisent en trois groupes : les *Nageurs* ou *Crevettes*, qui ont une puissante queue musculeuse et des pattes grêles; les *Marcheurs à longue queue*, où l'abdomen s'aplatit quelque peu, en même temps que les pattes deviennent puissantes à divers degrés; enfin les *Crabes*, qui sont des marcheurs où les pattes sont fortes, et où l'abdomen, foliacé et presque dépourvu de muscles, se rabat sous un très volumineux céphalothorax. Les Décapodes du premier groupe sont fort estimés, parce que riches en chair, mais leur taille est médiocre ou petite; ceux du second groupe tiennent le premier rang au point de vue commercial, à cause de leurs grandes dimensions et du développement des muscles qui se trouvent dans leur queue ou qui font mouvoir leurs appendices; quant aux Crabes, ils ont une importance moindre à cause de leur musculature médiocre, qui se réduit presque à celle des pattes.

Examinons maintenant les principales espèces comestibles de chaque groupe.

I. — Description des crustacés marins comestibles.

§ 1. — Les Nageurs ou Crevettes.

Dans les *Nageurs* ou *Crevettes*, il convient d'établir deux subdivisions : une pour les *Pénées*, une autre pour les *Palémonides*; les premiers avec une longue queue latéralement comprimée et les pattes des trois paires antérieures terminées par des pinces, les seconds avec une queue plus courte et plus large, et des pinces au plus sur les pattes des deux premières paires.

Les Pénées sont de fines et grosses crevettes, qui recherchent les eaux chaudes et envoient quelques représentants dans les mers tempérées. Ils ont pour type le *Pénée caramote* (*Penæus caramota* Risso), qu'on pêche partout dans les eaux méditerranéennes et qui se retrouve jusque sur la côte de Mauritanie, où il a pour compagnon une forme très voisine, le *Pénée brésilien* (*P. brasiliensis* Latr.). Cette dernière espèce apparaît en nombre sur les deux rives de l'Atlantique tropical, où elle est fort recherchée. Elle est commune en certains points sur la côte occidentale de l'Afrique, où (d'après les renseignements de M. Lefèvre, adjoint des Affaires indigènes) on la pêche dans plusieurs lagunes du Dahomey pour la vendre fraîche aux Européens, fumée et séchée aux indigènes de la Nigérie et du Togoland. Cette espèce remonte les fleuves jusqu'à l'extrême limite des eaux saumâtres et ressemble en cela à une autre espèce très appréciée des Américains, le *Pénée sétifère* (*P. setiferus* Edw.), qui habite le littoral atlantique des Etats-Unis.

Les Pénées sont très nombreux au Japon, où dix espèces au moins sont capturées et mises en conserves, entre autres le *Pénée canaliculé* (*P. canaliculatus* Ol.), qui ressemble beaucoup à notre caramote. M. Kishinouye a récemment publié une belle étude sur les crevettes japonaises, et il note en passant qu'on en exporte chaque année en Chine 900.000 kilogrammes, qui représentent une valeur de 200.000 yen, soit à peu près 510.000 francs. Au surplus, les Japonais savent tirer un grand parti des richesses carcinologiques de leurs mers, et je tiens de M. Gallois, interprète de l'Ambassade française à Tokyo, qu'ils exploitent pour le moins vingt et une espèces de Décapodes. Les conserves de ces animaux occupaient une place importante dans le compartiment japonais de la Galerie des Machines, à la dernière Exposition universelle.

Beaucoup de Pénées tropicaux sont exploitables et vraisemblablement exploités; mais on manque de renseignements sur ce point, et j'ajouterai même que plusieurs sont inconnus des zoologistes. Dans le travail de M. Kishinouye se trouve une intéressante carte indiquant la distribution géographique des Pénées à la surface du globe; leurs espèces sont particulièrement nombreuses en Indo-Malaisie, autour des possessions néerlandaises, mais on n'en voit signaler aucune sur les côtes occidentales de l'Amérique du Sud. A coup sûr, les Pénées ne manquent pas dans ces régions, et j'en ai acquis la preuve indubitable. En étudiant les récoltes faites au Pérou par M. le Dr Rivet, j'y trouvai un magnifique Pénéide, auquel je donnai

le nom de *Xiphopenæus Riveti*; cette espèce était restée inconnue jusqu'alors, et pourtant on la servait à table dans les hôtels de Païta! C'est dire combien il reste à faire pour posséder une notion définitive sur les meilleurs Crustacés comestibles.

Les *Palémonides* sont mieux connus des Européens, parce qu'ils recherchent surtout les eaux tempérées ou froides. Leurs principales formes comestibles sont les *Crangons*, les *Palémons* et les *Pandales*.

Les *Crangons* aiment les vastes étendues sablonneuses du littoral; ils se distinguent par leur corps trapu, leur rostre rudimentaire et leurs pattes antérieures où un crochet remplace la pince; on les appelle fréquemment *sauticots*, souvent aussi *crevettes grises*, à cause de la teinte grisâtre qu'ils prennent par la cuisson. Leurs espèces exploitées sont le *Crangon commun* (*Crangon crangon* L.), qui habite les plages européennes et se retrouve au Japon, le *Crangon à 7 épines* (*C. septemspinosus* Say), qui représente notre sauticot à l'est des Etats-Unis, et le *Crangon de San-Francisco* (*C. franciscorum* St.), qui fréquente le littoral californien. Ces espèces sont généralement consommées fraîches, mais on fait aussi des conserves avec leurs queues épluchées.

Les *Palémons* ou *bouquets* se tiennent dans les prairies de Zostères ou parmi les roches couvertes d'Algues brunes ; ils se distinguent des « sauticots » par leur rostre en sabre denté, les pinces qui terminent leurs pattes des deux paires antérieures, leur forme plus élancée et la couleur rouge qu'ils prennent à la cuisson ; ils ne sont pas plus savoureux que les sauticots, mais leur taille est plus grande, leur forme plus élégante, leur couleur cuite plus belle, de sorte que leur prix est bien plus élevé. La plus grande espèce de nos côtes est le *Palémon scie* (*Leander serratus* Penn.), dont les plus beaux « brins », qui se pêchent aux environs de Cherbourg, peuvent atteindre 12 centimètres ; l'espèce est souvent accompagnée de deux autres plus petites, le *Palémon squille* (*L. squilla* L.) et le *Palémon tacheté* (*L. adspersus* Rathke). Ce dernier est surtout pêché en Danemark, où l'on dédaigne le sauticot; on l'y a même trop exploité, car il se raréfie de plus en plus et son prix augmente en conséquence ; d'après M. Mortensen, pour une pêche annuelle de 200.000 litres dans le Limfjord, on employait 180 nasses en 1894 et 738 en 1895, ce qui correspond à un rendement quatre fois plus faible. — Les Japonais ont aussi des Palémons qu'ils ne manquent pas de capturer et de mettre dans le commerce, avec les Crangons et les Pénées ; la valeur de toutes ces crevettes s'élevait, pour 1906, à 1.415.263 yen, c'est-à-dire à plus de 3 millions et demi ; je tiens ce renseignement de M. Gallois, qui l'a pris dans l'Annuaire économique et financier du Japon.

Quant aux *Pandales*, ils ressemblent d'aspect aux Palémons, mais avec une carapace plus courte et de fines pattes antérieures dépourvues de pinces; ils abondent dans les mers arctiques et se tiennent à une certaine profondeur au milieu des rochers ou dans les régions avoisinantes. Le *Pandale boréal* (*Pandalus borealis* Kröyer) est l'objet, en Norvège, d'une pêche très active et fort rémunératrice; M. Wolleboeck mentionne un bateau qui, en trente-six heures, en captura 260 kilogrammes : une vraie pêche miraculeuse ! Cette crevette meurt très vite et se garde peu, même après la cuisson qu'on lui fait subir de suite; aussi ne peut-on l'emporter plus loin que Londres, Hambourg et Stockholm, et encore faut-il la mettre en caisse avec de la glace pilée. On en fait aussi des conserves; à Christiania, elle se vend 0 fr. 50 le kilogramme en moyenne. Une autre espèce, le *Pandale de Montagu*, se prend quelquefois avec le bouquet dans la baie de Seine; en Amérique, le *Pandale danae* (*P. danae* St.) est vendu couramment sur le marché de San-Francisco.

§ 2. — Les Marcheurs à longue queue.

Laissons les Crevettes et arrivons aux Marcheurs à longue queue, qui sont presque tous volumineux et d'une grande valeur commerciale. Suivant que leurs pattes antérieures se terminent par des pinces puissantes, ou par un doigt crochu, on les divise en deux familles, dont la première a pour type le *Homard* et la seconde les *Langoustes*.

La famille des Homards a pour représentants les *Homards* et les *Néphrops*, abstraction faites des Ecrevisses, qui sont localisées dans les eaux douces.

Les *Homards* ne comptent pas plus de trois espèces ; le *Homard commun* (*Homarus vulgaris* Edw.), qui habite les mers d'Europe depuis la Norvège et qu'on retrouve à Mogador, sur la côte marocaine de l'Atlantique ; le *Homard américain* (*H. americanus* Edw.), qui se tient dans les régions orientales de l'Amérique du Nord, depuis le golfe de Saint-Laurent jusqu'au New-Jersey, et le *Homard du Cap* (*H. capensis*), propre à l'Afrique australe. Ce dernier est à peine plus gros que l'Ecrevisse et sans valeur commerciale, tandis que les deux autres, surtout le second, sont très grands et comptent parmi les espèces comestibles les plus recherchées. On a capturé des Homards communs qui mesuraient 50 centimètres et qui pesaient plus de 9 kilogs, des Homards américains de 25 pouces (63 centimètres), avec un poids de 25 livres (11 kil. 3); mais ces vieux exemplaires sont coriaces; les meilleurs individus sont ceux de moyenne taille. Les Homards se tiennent à de faibles profondeurs et l'on peut même en capturer à

mer basse ; ils recherchent surtout les endroits rocheux, et, comme tous les Crustacés littoraux, descendent en hiver à des niveaux plus bas, qui peuvent attendre 10 brasses pour le Homard commun et 100 pour celui d'Amérique. Les Iles Britanniques recherchent activement le Homard commun, sans toutefois suffire à la consommation locale ; elles reçoivent le surplus des côtes norvégiennes, qui sont le principal centre de cette pêche. En France, la pêche est encore moins fructueuse, surtout à mesure qu'on s'éloigne vers le sud ; elle ne commence guère qu'à partir du Cotentin. Beaucoup plus abondant, le Homard d'Amérique est surtout exploité pour les conserves, c'est-à-dire sans mesure; aussi a-t-on quelque peu dépeuplé les eaux des Etats-Unis, qui furent tout d'abord exploitées pour cet usage ; aujourd'hui, la pêche est particulièrement intense au Canada et à Anticosti, où, pour la même raison, elle ne tardera pas à fléchir si l'on n'y porte remède. D'après H. M. Smith, les pêcheries de la Nouvelle-Angleterre produisirent :

En 1880 :	19.800.000 livres	valant	473.000	dollars
— 1889 :	30.500.000 —	—	833.000	—
— 1902 :	14.000.000 —	—	1.270.000	—

Ainsi, de 1880 à 1902, le rendement avait faibli, mais les prix avaient quadruplé.

Dans la famille du Homard, je veux encore mentionner les *Néphrops*, bien qu'ils apparaissent assez rarement sur le marché, où on les remarque à cause de leur couleur rose et de leurs pinces agréablement sculptées. Les espèces comestibles du genre se tiennent à des profondeurs médiocres, d'où les ramène le grand chalut; elles sont représentées dans les mers d'Europe par le *Néphrops norvégien* (*N. norvegicus* Leach.), appelé à tort « *langoustine* », et, dans les mers d'Asie, par le *Néphrops du Japon* (*N. japonicus* T. C.). Ces deux jolies espèces sont intermédiaires, par leur taille, entre l'Écrevisse et le Homard.

Les espèces de la famille des Langoustes sont presque toutes de grande taille, et plus riches en chair que les Homards, à cause de leur puissante queue et des forts muscles de leur thorax; elles recherchent toutes les eaux chaudes et ne s'aventurent pas au delà des régions tempérées les plus voisines de ces dernières.

Les types de cette famille sont les *Langoustes*, reconnaissables à leurs antennes longues et puissantes, que font mouvoir de forts muscles cachés sous la carapace. Grâce au courant chaud du Gulf Stream, nous en avons une espèce sur nos côtes, la *Langouste commune* (*Palinurus vulgaris* Latr.), qui, très rare en Angleterre, où on l'appelle *Homard épineux* (*spiny Lobster*), devient commune vers le sud, puis vient s'éteindre en Mauritanie où, pourtant, M. Gruvel l'a trouvée encore à la Baie du Lévrier. Elle se tient à une certaine profondeur, près du littoral ou au voisinage des îles, en des zones particulières qui constituent de véritables gisements. Trop exploités par les pêcheurs, ces fonds s'appauvrissent de jour en jour, et depuis longtemps les bateaux viviers bretons se rendent en Portugal et en Espagne pour y acheter les captures plus riches faites en ces pays. Actuellement, ils vont même jusqu'au Maroc, où l'espèce est commune et dédaignée par les indigènes, ainsi qu'il résulte des communications qu'a bien voulu me faire M. Dyé.

La Langouste commune devenant rare, on commence à chercher d'autres espèces pour suffire aux besoins de la consommation. Sur les côtes de Mauritanie pullule une forme différente de la nôtre, la *Langouste royale* (*Panulirus regius* Br. Cap.), dont M. Gruvel a signalé l'extrême abondance au banc d'Arguin, qui se retrouve au Sénégal, et qui doit même s'étendre plus au sud. Depuis qu'on la sait abondante en ces parages, la Langouste royale est l'objet d'une exploitation de la part des armateurs français; on la ramène en France dans des bateaux viviers et on l'écoule sur le marché de Paris, où elle se vend de 5 à 6 fr. 50 le kilog. Lorsque la *Baleine*, il y a un an, fit naufrage tout près du Cap Juby, elle était chargée, pour une part, de Langoustes royales. Ce nouveau venu ne le cède en rien à la Langouste commune, dont il se distingue par sa couleur verdâtre ou violacée et par ses pattes plus longues; on m'en a envoyé quelques exemplaires de Roscoff et j'ai pu en apprécier la délicate saveur. D'autres ont exprimé un avis différent, mais on sait combien la préparation influe sur la qualité des Langoustes. J'ajoute, d'après les recherches de M. Gruvel, que les Langoustes communes se rencontrent encore au banc d'Arguin (Baie du Lévrier), qui semble être le point sud extrême de leur distribution.

Dans les eaux tropicales de la mer Caraïbe et de l'Atlantique avoisinant habitent la *Langouste tachetée* (*Panulirus guttatus* Latr.), ainsi nommée à cause de ses nombreuses marques blanches, et la *Langouste argus* (*P. argus* Latr.), qui porte sur l'abdomen quatre grandes taches ocellaires; ces deux espèces alimentent le marché des Antilles, tandis que la *Langouste interrompue* (*P. interruptus* Rand.) se pêche dans le Pacifique américain.

Parmi les nombreuses espèces indo-pacifiques, je signalerai la *Langouste japonaise* (*P. japonicus* Sieb.), la *Langouste ornée* (*P. ornatus* Fab.), qui devient gigantesque, la *Langouste à longues pattes* (*P. longipes* Edw.), et la *Langouste de Lalande* (*Jasus Lalandei* Lam.), qui pullule au Cap de Bonne-Espérance. Abstraction faite de la Langouste japonaise, qui est l'objet d'une pêche active, toutes ces

espèces sont peu coûteuses, parce que maigrement exploitées ou très communes; mais, comme on ne peut les transporter vivantes dans nos pays, il ne reste que le moyen d'en faire des conserves. Cette industrie tend à prendre un sérieux développement; elle se pratique à Juan Fernandez, sur une espèce dont j'ignore la nature (probablement le *Jasus Lalandei*), et au Cap de Bonne-Espérance, sur la Langouste de Lalande, où elle ne fut pas sans causer d'abord de graves déceptions, faute d'avoir été conduite par des mains expertes. Je tiens de mon excellent collègue et compatriote, M. Péringuey, directeur du Musée d'Histoire naturelle de Cape Town, qu'aux environs de Table Bay on pourrait mettre en conserve 200.000 Langoustes de Lalande par jour durant la saison de pêche (de mi-février à fin-septembre) et que chaque exemplaire n'y coûte pas plus de 10 centimes pièce. C'est le prix d'un beau spécimen que M. Péringuey a envoyé récemment au Muséum[1].

Je n'ai cité que les espèces principales et les régions où elles sont communes, mais il s'en faut que nous soyons renseignés sur tous les gîtes à Langoustes. Avant M. Gruvel, on ne savait presque rien sur la Langouste royale, qui, pourtant, pullule sur les côtes africaines de l'Atlantique; on ne connaît pas les espèces du Golfe de Guinée et l'on connaît moins encore celles qui habitent les côtes occidentales de l'Amérique du Sud. Ces champs inexplorés sont des réserves qui s'ouvriront plus tard à l'activité commerciale.

Pour en finir avec cette revue de la famille des Langoustes, je veux citer encore des espèces plus rares, mais non moins fines, qui se distinguent par leurs très courtes antennes largement foliacées : les énormes *Scyllares*, au corps lourd et massif, les *Ibacus* plus déprimés, mais de taille à peu près semblable, et les *Arctus*, ou « cigales de mer », qui ont la taille des Ecrevisses. On trouve fréquemment l'*Arctus ours* (*Arctus ursus* Dana) à Marseille, où on l'emploie dans les meilleures bouillabaisses; on y trouve aussi quelquefois le *grand Scyllare* (*Scyllarus latus* Latr.), qui habite, comme l'espèce précédente, les faibles profondeurs de la Méditerranée et des eaux avoisinantes jusqu'aux Açores, où je l'ai vu prendre dans les rochers à mer basse. Aux Antilles, on apporte sur le marché le *Scyllare équinoxial* (*S. æquinoctialis* Fab.), qui représente notre grand Scyllare dans les mers caraïbes; aux îles Hawaï et dans le Pacifique se pêchent le *Scyllare écailleux* (*S. squamosus* Edw.) et l'*Ibacus antarctique* (*Ibacus antarcticus* Rumph.).

§ 3. — Les Crabes.

Je dois signaler enfin quelques Crabes dont l'importance alimentaire n'est pas négligeable. Dans nos pays, on capture en abondance le très vulgaire *Crabe enragé* (*Carcinus mænas* Leach) et, autant qu'on le peut, trois fines espèces littorales ou sublittorales : le *Portune velu* ou « étrille » (*Portunus puber* Latr.), qui nage et patine au moyen de ses pattes postérieures élargies en rames, le volumineux *Cancer pagure* ou « tourteau » (*Cancer pagurus* L.), dont la carapace festonnée est plus large que longue, et le non moins grand *Maïa épineux* (*Maïa Squinado* Latr.), reconnaissable à ses pattes grêles (araignée de mer) et à sa forme triangulaire. Aux Etats-Unis, où le goût des Crabes est très développé, on capture plusieurs espèces de *Cancer*, une grande espèce caraïbe, la *Ménippe géante* (*Menippe mercenarius* Say), et surtout une espèce voisine de notre « étrille », mais plus grande, le *Callinecte sapide* (*Callinectes sapidus* M. Rathbun) sur lequel je reviendrai plus loin. Une autre espèce voisine, mais beaucoup plus volumineuse, la *Scylle dentée* (*Scylla serrata* Forsk.), est pêchée dans la mer des Indes; enfin le géant du groupe habite les eaux japonaises: c'est le *Maïa de Kaempfer* (*Macrocheira Kaempferi* de Haan) qui atteint, les pattes étendues, 1m, 50 d'envergure.

Le *Callinectes sapidus*, ou « Crabe bleu », est l'objet d'un commerce important aux Etats-Unis, où il abonde sur la côte orientale. On l'estime surtout au moment où il va rejeter sa carapace, c'est-à-dire à l'état de « crabe mou » (*soft Crab*). Les captures sont mises en vivier flottant, puis expédiées au lieu de consommation dans des caisses où on les range verticalement et serrés en couches avec des lits d'Algues et de la glace pilée.

Les « crabes durs » sont de valeur beaucoup moindre. En 1901, la pêche du « crabe bleu », dans le Maryland, ne fut pas inférieure à 28 millions d'individus, dont deux tiers de crabes durs; ces derniers représentaient une valeur de 125.400 dollars, inférieure de 75.000 dollars à celle des crabes mous.

II. — La pêche des Crustacés marins comestibles.

Le « crabe mou » fréquente le littoral et se pêche du 1er mai au 1er octobre, soit à la senne, soit au haveneau, mais surtout avec une petite drague traînée par des bateaux à voile. Les « crabes durs » se prennent avec des longues lignes qui portent de distance en distance un appât; en un point, on fixe une bouée indicatrice et à chaque bout un poids pour l'immersion; la levée se fait de

[1] Les conserves de cette Langouste se vendent couramment à Paris, en des boîtes qui portent parfois l'étiquette de Kerguelen. Cette indication est manifestement fausse; on n'exploite pas les Langoustes aux Iles Kerguelen; je le sais par nos entreprenants compatriotes, les frères Bossière, du Havre, qui ont établi là-bas des écheries de Baleines et de grands Phoques.

dix à douze fois par jour et les crabes sont cueillis dans une éprouvette. En France, les crabes sont pris à la main sous les rochers où ils se cachent, et parfois avec un harpon ; la plupart se trouvent dans les casiers à Homards ou dans les chaluts des pêcheurs ; beaucoup, également, sont ramenés par la senne. Quand on veut obtenir en abondance le « crabe enragé », on met dans un casier à Homards quelques débris de poissons, et la capture peut être telle que les crabes s'empilent les uns sur les autres jusqu'à ne laisser aucune place libre dans le casier.

La pêche des Crevettes s'effectue également par des procédés très divers. Sur nos côtes, on se sert beaucoup du haveneau ou filet à poche monté sur une armature en T; ses petits modèles sont bien connus des baigneurs, mais les plus grands exigent une force peu commune et ne sont guère poussés que par les professionnels. Pour la pêche intensive, on a recours à des nasses à une ou deux ouvertures, les casiers, qui se groupent d'ordinaire en série sur un câble commun ; on emploie aussi le petit chalut, qui est une poche de chalut monté sur une armature de drague. Au surplus, les méthodes sont variables suivant les pays, les espèces et les époques. En Danemark, le *Leander adspersus* se pêche suivant les méthodes courantes ; mais, quand les femelles chargées d'œufs vont abandonner leurs larves loin des côtes, on fait des hécatombes désastreuses pour l'espèce en barrant avec des nasses à ailes le chenal des fjords que déserte momentanément le crustacé. Au Dahomey, d'après M. Lefèvre, les indigènes exploitent autrement les eaux du lac Ahémé et de la rivière d'Ahé, qui sont riches en Pénée brésilien : la pêche se fait la nuit et durant la période des basses eaux, qui sont alors très salées. Avec une sorte de senne qui a 9 mètres de longueur et 1^{m},50 de hauteur, on établit une sorte de barrage dans lequel sont intercalées des nasses où les crevettes viennent se prendre, attirées de loin par des torches qui surmontent le filet. Il va sans dire que ce dernier touche le fond et dépasse un peu la surface, ce qui est rendu possible par la faible hauteur des eaux. Les crevettes de profondeur, comme le *Pandalus borealis*, se pêchent au petit chalut.

Les grands Décapodes, Homards et Langoustes, se prennent surtout au casier. Pour le Homard, cet engin est employé en Europe aussi bien qu'en Amérique ; on l'appâte avec des chairs mortes, encore que l'animal, en captivité, dédaigne les morceaux un peu faits. C'est également avec les casiers que se capture la Langouste sur nos côtes. Dans la chaussée de Sein, qui est, en France, le principal centre d'exploitation de ce crustacé, la pêche de la Langouste occupe de juillet à septembre près de 500 bateaux, qui mouillent chacun 10 câbles de 60 brasses portant 2 casiers cylindriques à deux orifices et 4 flottes de liège dont la dernière fait bouée. Cela représente en tout 10.000 casiers qu'on amorce avec du poisson frais et relève toutes les deux heures. J'emprunte ces renseignements à M. Coutière, auquel on doit une savoureuse étude sur la pêche des Crustacés comestibles de nos côtes : « Pendant les deux jours où j'accompagnai la *Reine d'Armor* sur la chaussée de Sein, écrit M. Coutière, — deux jours de pluie et de « crachin » où le roulle de l'arrière me paraissait un lieu de délices, — nous rentrâmes le soir avec une moyenne de quarante Langoustes, trois Homards, une douzaine de Tourteaux et de Maïas, un Congre. C'est une prise de quelque cent cinquante francs à partager entre les trois hommes du bord et le bateau, comptant pour deux, soit trente francs pour chaque part. Il faut compter au plus six mois de sortie par an, parce qu'il y a ou trop de mer, ou trop de calme. »

Au banc d'Arguin, d'après M. Gruvel, la Langouste commune se trouve parfois en assez grande abondance dans les chaluts, tandis qu'elle n'est jamais prise au casier; sans doute aime-t-elle une certaine fraîcheur qui l'éloigne de la côte. Il n'en est pas de même de la Langouste royale, qui se trouve en abondance sur tous les rochers sub-littoraux ; aussi la pêche-t-on par les deux méthodes : au casier de mai à juin, au petit chalut de juin à octobre-novembre. Très robuste, elle supporte presque sans mortalité le voyage en bateau-vivier, contrairement à la Langouste commune africaine; aussi bien et même mieux que cette dernière, elle se conserve dans les viviers de nos côtes.

Il me reste à dire un mot de ces derniers, qui servent non seulement à la conservation des Langoustes, mais aussi à celle du Homard. La disposition de ces réservoirs varie suivant les régions, mais, d'après M. Coutière, peut se ramener à trois types : les viviers flottants, qui sont de simples caisses à claire-voie amarrées sur le fond par des chaînes ; les viviers simples ou maçonnés, qui sont pris sur la mer, dont les sépare seulement une digue à vannes : vanne d'entrée pour le flot montant, et vanne de sortie pour la vidange à mer basse; enfin des viviers maçonnés et en dessus fermés de lattes qui sont totalement recouvertes par les flots à marée haute ; dans ces derniers, l'eau se renouvelle automatiquement, sans manœuvre, et il suffit d'une vanne de sortie pour la vidange. Les viviers des deuxième et troisième types sont fort grands, certains d'entre eux pouvant recevoir plus de 30.000 Crustacés. Ils sont nécessaires plus que jamais, maintenant que les bateaux arrivent du Portugal, du Maroc, de Mauritanie et même du Sénégal avec des cargaisons complètes de Langoustes.

C'est d'un vivier de Roscoff que le Muséum reçut,

il y a deux ans, sa première Langouste royale vivante, qui provenait d'un lot ramené par M. Bossière; un autre individu vivant me fut envoyé de Concarneau il y a quelques mois, à la suite d'une campagne sur la côte sénégalaise. Je tiens d'ailleurs de M. Gruvel que deux voyages ont été faits, en 1908, par un bateau-vivier spécial, pour ramener cette Langouste; la première fois le bateau recueillit 7.500 individus et la seconde 3.500 environ.

J'ai hâte de terminer cette étude qui paraîtra longue, beaucoup trop longue, encore qu'elle effleure à peine la question très importante de la pêche des Crustacés comestibles.

J'ai voulu montrer surtout combien sont étendus, variés et encore peu connus les champs qu'offre à l'activité du pêcheur la faune de ces Crustacés et en mettre en évidence la grande portée pratique. Il ne me reste plus qu'à remercier les correspondants et les amis qui m'ont procuré sur le sujet des documents très rares : MM. Gallois, Coutière, Péringuey et Gruvel.

E.-L. Bouvier,
Membre de l'Institut, Professeur au Muséum.

EXPÉRIENCES AUX BASSES TEMPÉRATURES

La liquéfaction de l'air, devenue une opération courante, a ouvert à nos investigations le domaine des températures très basses, que nous ne connaissions seulement que par des extrapolations souvent plus hardies que légitimes.

Les expériences déjà nombreuses et variées que les procédés nouveaux ont permis de réaliser n'ont pas toujours confirmé une généralisation prématurée et sont de nature à modifier plusieurs de nos idées préconçues sur ce que deviennent les phénomènes physiques et chimiques aux très basses températures.

Ces recherches ont été poursuivies avec une activité particulière à l'Institution Royale de Londres, sous la direction du Professeur Dewar, qui a, comme on le sait, contribué pour une large part à la réalisation pratique de la liquéfaction des gaz en masse. Les lecteurs de la *Revue* ont connu, en son temps, la première série de ces travaux[1]. Un résumé de ceux qui ont suivi vient d'être publié par le Professeur Armstrong[2]. C'est à sa brochure que nous empruntons la plus grande partie des éléments de l'article ci-dessous :

I. — Absorption des gaz par le charbon de bois.

L'absorption des gaz ou des vapeurs par le charbon de bois est un phénomène connu depuis longtemps. On savait que la quantité de gaz absorbée dépend de la nature du gaz et est en général d'autant plus grande que le gaz est plus facilement liquéfiable; que le gaz absorbé peut être chassé par l'élévation de température, mais non par une simple réduction de la pression, même à une valeur très faible.

Les charbons les plus absorbants, c'est-à-dire qui, à volume égal, retiennent le plus grand volume de gaz, sont les charbons denses, compacts, préparés avec les bois durs : buis, bois de campêche, ébène, et, au premier rang, celui qu'on obtient avec l'écorce de la noix de coco.

Il semble étonnant, de prime abord, que les charbons les plus denses soient les plus absorbants. Si, comme on le suppose en général, l'absorption est due à une action superficielle, à une condensation du gaz sur la surface du charbon, le fait s'explique aisément. Il est naturel d'admettre, en ce cas, que la masse de gaz absorbée est proportionnelle à la surface en contact avec le gaz. Or, à volume extérieur égal, la surface *totale* est d'autant plus grande que les pores sont plus petits, en d'autres termes que la densité apparente est plus grande. Cette surface peut être, d'ailleurs, extrêmement considérable au rapport du volume. D'après des mesures de Mitscherlich, le diamètre moyen des cellules du bois carbonisé est d'environ 0,0016 centimètre. Un centimètre cube de charbon, découpé en cubes de 0,0016 de côté, offrirait une surface de 30 décimètres carrés, environ, en tenant compte de l'espace réellement occupé par la matière.

D'autre part, en comparant la densité réelle et la densité apparente, on évalue à 15 centimètres cubes environ le volume des pores contenus dans 100 grammes de charbon. Connaissant le volume du gaz absorbé, on peut en déduire que la densité du gaz absorbé est égale ou même un peu supérieure à celle du gaz liquéfié.

Cette interprétation du phénomène n'en constitue pas évidemment une explication, car nous ignorons en quoi consiste cette condensation

[1] Miss A. Clerke : Recherches sur les basses températures. *Rev. gén. des Sciences*, t. XIII, p. 130, 1902. — — H. Travers : Obtention et mesure des basses températures. *Rev. gén. des Sciences*, t. XIV, p. 597, 1903.

[2] H. E. Armstrong : Low Temperatur Research at the R. I. of G. B. London, 1900-1907.

superficielle. Sans insister sur ce point, signalons une propriété du charbon qui est des plus importantes par ses applications : c'est le rapide accroissement du pouvoir absorbant quand la température s'abaisse.

Le tableau ci-dessous donne les volumes, ramenés à la pression de 760 millimètres de mercure et à la température de 0° C., de différents gaz absorbés par un même échantillon de charbon à 0° et à — 185°.

GAZ	VOLUMES ABSORBÉS à 0	VOLUMES ABSORBÉS à —185	RAPPORT
Hélium	2	15	7,5
Hydrogène	4	135	34,0
Gaz tonnant	12	150	12,5
Argon	12	175	14,6
Azote	15	155	10,3
Oxygène	18	230	12,8
Oxyde de carbone	21	190	9,0
Oxyde de carbone et oxygène	30	195	6,5

Ces nombres mettent en évidence la rapide variation du pouvoir absorbant et, d'autre part, l'inégalité de cette variation pour les divers gaz. Quant à la valeur absolue du pouvoir absorbant, elle dépend beaucoup du mode de préparation du charbon. Ainsi, en carbonisant la noix de coco par élévation lente de la température, on augmente son pouvoir absorbant dans le rapport de 1 : 2,5; 1 gramme de charbon absorbe alors de 300 à 400 centimètres cubes d'air.

La pression n'a que fort peu d'influence sur la quantité de gaz absorbée. Aussi est-il impossible de prévoir dans quelles proportions seront absorbés les constituants d'un mélange gazeux. Elles diffèrent tant de celles qui existent dans le mélange résiduel que de celles qu'on calcule par la règle ordinaire des mélanges. Ainsi le gaz extrait du charbon saturé d'air à — 185° renferme 60 °/₀ d'oxygène; soumis à l'action d'un courant lent d'hydrogène, il perd de l'azote, puis de l'oxygène. Si le charbon a été saturé d'hydrogène, celui-ci peut être entièrement déplacé par un courant d'air.

D'une manière générale, c'est le gaz le plus faiblement condensable qui est retenu en plus grande quantité, en sorte que le charbon peut servir à séparer dans un mélange les gaz inégalement volatils.

Aux températures très basses comme celle de l'air bouillant, l'action absorbante du charbon est extrêmement énergique. Ainsi, en mettant en communication avec un tube contenant 7 grammes de charbon de coco, refroidi dans l'air liquide, un récipient de 300 centimètres cubes dans lequel la pression a été amenée au préalable à 1 ou 2 millimètres de mercure, on constate qu'au bout d'une heure la pression est tombée au-dessous de $0^{mm},0005$ de mercure.

Si l'on examine le spectre du gaz pendant que l'absorption se produit, on observe la disparition progressive des raies de l'oxygène, de l'azote, etc., dans l'ordre des volatilités. La raie F de l'hydrogène et la raie jaune caractéristique du néon restent toujours visibles. C'est une réaction très délicate pour ce dernier gaz, dont la proportion dans l'air n'excède guère 1/70.000.

L'hélium est absorbé moins facilement que le néon; cependant, pour en obtenir le spectre avec un éclat suffisant, il faut répéter plusieurs fois l'opération, de manière à réunir dans le tube de Plücker le résidu provenant du traitement d'un litre d'air au moins. Toutes les raies de l'hélium apparaissent alors avec un éclat comparable à celui de la raie F et de la raie jaune du néon. Il est donc possible de déceler l'hélium dans un mélange où il n'entre que pour 1/360.000 du volume.

La même méthode sert à séparer les différents gaz extraits des substances radio-actives ou qui se trouvaient dissous dans les eaux de diverses provenances; par exemple, on extrait assez aisément le crypton et le xénon de l'air. Cet air, purifié d'abord par refroidissement dans l'air liquide, passe sur du charbon maintenu à — 185°; on fait ensuite revenir le charbon à la température du mélange d'anhydride carbonique et d'acétone, et on laisse dégager une partie du gaz. Enfin, on extrait les gaz qui restent, on les débarrasse des produits carbonés et de l'oxygène; le résidu renferme l'azote, le crypton, le xénon, qu'on sépare l'un de l'autre par distillation fractionnée.

Dans certains cas, l'absorption est fort rapide. Dewar a solidifié l'hydrogène liquide, entouré d'air liquide, en quelques minutes, grâce au refroidissement provoqué par une évaporation rapide. Cette évaporation était activée par l'absorption du gaz par le charbon refroidi, dans un dispositif analogue à celui du cryophore.

II. — Phénomènes électriques dans le vide extrême.

Les procédés employés habituellement pour mesurer les pressions deviennent illusoires quand la raréfaction est aussi avancée que celle qu'on produit à l'aide du charbon. Une mesure proprement dite n'est plus possible, et il faut se contenter de caractériser le degré de raréfaction par certains phénomènes particuliers. On peut utiliser à cet effet le radiomètre de Crookes.

Si l'ampoule du radiomètre renferme de l'hydrogène et est mise en communication avec un tube contenant du charbon refroidi par l'hydrogène liquide, le moulinet ne tourne plus quand on concentre sur ses ailettes noircies le faisceau lumineux

d'une lampe à arc. Mais, dans les mêmes conditions, le moulinet continue à tourner si l'ampoule renferme de l'hélium.

Cependant, l'ampoule est assez « vide » pour ne pas être traversée par la décharge d'une puissante bobine d'induction. Il faut en conclure que la présence d'une certaine quantité de gaz n'est pas suffisante pour assurer le passage de la décharge électrique.

Le transport d'électricité dépend donc de la présence de certains systèmes de molécules plutôt que de molécules d'une espèce particulière. Il est vraisemblable que la conductibilité de l'hélium, telle qu'on l'observe d'ordinaire avec le gaz préparé sans les précautions minutieuses auxquelles s'est astreint Dewar, est due à des traces de matières étrangères, très probablement à de minimes quantités de vapeur d'eau.

Quelques autres observations paraissent bien confirmer cette supposition.

Un tube de Crookes renferme une substance qui devient phosphorescente sous l'influence de la décharge : si l'on refroidit en un point la paroi en y plaçant un tampon plongé dans l'air liquide, la décharge cesse de passer et la phosphorescence de se produire. La façon dont se produit le phénomène suggère l'idée que le tube renfermait une matière volatile servant de véhicule à la décharge et qui s'est condensée par le refroidissement.

Une expérience de cours, souvent répétée par Dewar, est de nature à montrer, sous une forme en quelque sorte tangible, la puissance réfrigérante de l'air liquide. Un ballon, dont la paroi présente un léger enfoncement, renferme de la vapeur de brome sous une faible pression. Dans la cavité, on verse quelques centimètres cubes d'air liquide. Dès que cet air s'évapore, les molécules de brome semblent se précipiter vers la paroi refroidie, où elles se condensent, laissant parfaitement incolore l'intérieur du ballon.

Ces observations sur le passage de l'électricité dans les gaz extrêmement raréfiés ont une très grande portée, car elles mettent en question l'existence des électrons, ces éléments électrisés qui jouent un rôle prépondérant dans nos théories modernes.

Il semble que, dans la conductibilité des gaz, les traces de vapeur d'eau ont une grande part et que peut-être il faut leur attribuer la totalité de la conductibilité. L. H. P. Baker a mis déjà en évidence l'influence qu'exercent ces traces d'humidité dans les réactions chimiques entre les gaz.

D'autre part, il convient de rapprocher de ces observations une autre faite par Dewar sur le spectre des aurores boréales. Dans ce spectre, on a reconnu les raies des gaz récemment découverts, en particulier du néon, tandis que les raies des autres font défaut, notamment celles de l'azote. Or, des régions supérieures de l'atmosphère, où règne une température extrêmement basse, doivent être absentes la plupart des substances qui accompagnent les gaz préparés dans le laboratoire, entre autres la vapeur d'eau.

Cette décharge, « sélective » en quelque sorte, dans un mélange de gaz raréfiés, est assez difficile à expliquer dans l'état actuel de nos connaissances, parce que nous ignorons le mécanisme de l'électroluminescence. Nous ignorons si les centres de l'émission lumineuse sont les véhicules de l'électricité, ou si ce sont d'autres particules qui deviennent luminescentes par suite de leurs collisions avec les premières. Les expériences de M. Stark, sur l'effet Doppler dans le rayonnement lumineux des rayons-canaux, montrent que les centres d'émission sont, au moins en partie, animés d'une vitesse de translation du même ordre de grandeur que celle qu'attribuent aux véhicules électriques les théories de la décharge. Il y a donc vraisemblance que ces éléments sont identiques : ce qui ne laisse pas de rendre plus difficile encore l'explication du phénomène signalé par Dewar.

Nous avons dit que le radiomètre de Crookes cesse de se mouvoir sous l'action d'un faisceau lumineux quand il se trouve dans une atmosphère très rare, ne renfermant pas d'hélium. Les répulsions attribuées aux ondes lumineuses ne se produiraient donc plus dans les gaz à leur extrême degré de raréfaction, et l'on est en droit de se demander si les répulsions observées en d'autres conditions ne sont pas un effet secondaire, dues à des circonstances accessoires. Il serait très intéressant de répéter les mesures de ces forces repulsives dans le vide le plus parfait que nous sachions réaliser avec le charbon de bois.

Il serait aussi important de mesurer de nouveau, dans le vide extrême, les différences de potentiel au contact. Ce serait un moyen de trancher la vieille querelle entre les partisans de l'action chimique et ceux de l'action purement électrique.

Un autre problème, qui se rattache au précédent, est celui du « pouvoir inducteur du vide ». D'après les mesures effectuées en 1880 par le Comité de l'Association britannique, dans le vide obtenu avec la trompe de Sprengel, ce pouvoir inducteur différerait peu de la valeur déduite des mesures antérieures faites dans des gaz moins raréfiés.

On sait que Faraday considérait dans tous les cas « l'induction » comme une action de milieu, c'est-à-dire se propageant de proche en proche; le « pouvoir inducteur spécifique » caractérisait pour lui la facilité avec laquelle s'opérait cette propagation. Mais il n'établissait pas de différence essen-

tielle entre les conducteurs et les isolants, qu'il regardait bien plutôt comme les termes extrêmes d'une même série. Actuellement, nous savons que, dans les circonstances ordinaires, les isolants se comportent comme des conducteurs électrolytiques de très grande résistivité, et nous pouvons regarder leur pouvoir inducteur comme une mesure de leur conductivité.

Si, comme nous l'avons suggéré ci-dessus, le passage de l'électricité à travers les gaz dépend de la formation de systèmes complexes, analogues à ceux qui assurent la conduction électrique dans les électrolytes liquides, il est permis de supposer que les propriétés électriques du vide extrême, obtenu par Dewar, différeront beaucoup de celles que nous connaissons. C'est là un champ très vaste ouvert aux investigations, mais qu'il conviendrait d'aborder sans idée préconçue.

De leurs expériences, effectuées sur les liquides ou électrolytes congelés, Dewar et Fleming concluaient que, d'une manière générale, le pouvoir inducteur de toutes les substances, autres que les métaux, tend, quand la température s'approche du zéro absolu, vers une valeur qui ne dépasse pas deux ou trois fois le pouvoir inducteur du vide. Des traces d'impureté suffisent, d'ailleurs, à modifier le pouvoir inducteur dans des proportions considérables, ainsi qu'il résulte de la comparaison des résultats obtenus avec l'eau distillée ordinaire ou avec l'eau spécialement purifiée. Si l'induction diélectrique à travers les isolants tels que l'eau est due, pour la plus grande part, à une « percussion » électrolytique, cette action n'est plus possible aux températures assez basses pour que la fluidité soit abolie et les molécules fixées dans leur position; le pouvoir inducteur tomberait alors à la valeur qui répond à celui du vide.

Sans doute, Faraday pensait qu'une décharge électrique peut être transmise à travers un espace entièrement vide, mais il s'abstint de l'affirmer avant d'avoir une preuve expérimentale. Nos moyens actuels nous permettront peut-être d'apporter cette preuve : jusque-là, nous ne saurions mieux faire que d'imiter la réserve de Faraday.

III. — Les réactions chimiques sous les pressions très réduites.

1. *Soufre et mercure.* — Dans un tube en ∩, dont les branches sont fermées à leur partie inférieure (fig. 1), on a mis d'un côté un peu de soufre, de l'autre un peu de mercure. On a fait le vide dans le tube pendant qu'il était plongé dans l'air liquide et on l'a fermé à la lampe, puis on le laisse revenir à la température ordinaire. Au bout de quelques heures, on constate qu'il s'est formé sur la surface du mercure une pellicule de sulfure. On aurait pu s'attendre à voir le sulfure se former du côté du soufre, puisque la vapeur de mercure a une

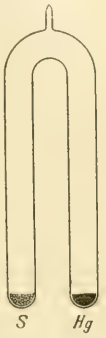


Fig. 1.

Fig. 2.

force élastique supérieure à celle de la vapeur de soufre. Lorsque les deux branches du tube sont réunies par un tube rétréci (fig. 2), c'est dans la courbure que se dépose le sulfure. On sait que le soufre, même à des températures notablement supérieures à sa température d'ébullition, est formé de molécules complexes (S^6 au moins), tandis qu'aux températures très élevées, il est entièrement à l'état de molécules diatomiques S^2. Mais, après l'expérience qui vient d'être décrite, la vapeur de soufre émise, même à la température ordinaire dans le vide, renfermerait de ces molécules diatomiques. Toutefois, il resterait à vérifier si la réaction n'a pas été provoquée par un restant d'humidité.

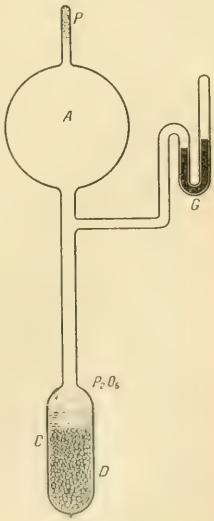


Fig. 3.

2. *Phosphore et oxygène.* — A cet égard, l'expérience effectuée sur le phosphore et l'oxygène présente des garanties plus grandes, sinon absolues.

Un ballon A (fig. 3) est relié par un tube assez long à une ampoule renfermant du charbon recouvert d'anhydride phosphorique. Il porte, d'autre part, un petit appendice

capillaire P contenant un peu de phosphore, et communique par un tube latéral avec un petit manomètre à mercure G. Tout le récipient ayant été soigneusement vidé, on le remplit d'oxygène sous la pression atmosphérique et on le ferme à la lampe.

En plongeant l'ampoule au charbon dans l'air liquide, on fait tomber rapidement la pression à une fraction de millimètre. Aussitôt, le ballon se remplit d'une lueur phosphorescente, accusant une réaction chimique.

Lorsque la pression est réduite jusqu'à n'être plus mesurable au manomètre, la lueur disparaît et il ne se produit plus qu'une distillation du phosphore qui vient se condenser dans l'ampoule à charbon.

Si on laisse le charbon se réchauffer de façon qu'il abandonne l'oxygène, le phénomène repasse par les mêmes phases en sens inverse; lorsque l'oxygène et le phosphore viennent en contact dans le ballon A, la combinaison s'opère, comme l'attestent des éclairs onduleux : tout le reste du récipient reste obscur. L'origine de la phosphorescence doit donc être cherchée soit dans l'apparition d'une forme moléculaire particulière du phosphore, soit dans la formation d'un oxyde particulier. Jungfleisch l'attribuait à l'oxydation de l'anhydride phosphorique; mais on ne constate, dans les conditions présentes, aucune trace de phosphorescence quand on remplace le phosphore par l'anhydride.

Il n'est nullement certain d'ailleurs que l'humidité, ici encore, ne joue aucun rôle : il est difficile d'admettre que l'anhydride phosphorique soit un déshydratant parfait, c'est-à-dire qu'en sa présence il ne subsiste aucune trace d'eau.

3. *Actions photographiques.* — Les actions photographiques s'exercent encore à la température d'ébullition de l'hydrogène; toutefois, leur intensité est environ moitié moindre qu'à la température d'ébullition de l'air.

Il est difficile d'en tirer une conclusion, puisque nous ignorons encore en quoi consiste l'action de la lumière sur les sels d'argent et même quel est, en réalité, le système « sensible ». Les considérations électriques qui ont été invoquées ne paraissent guère s'appliquer : car, si l'on peut dire que les haloïdes argentiques sont des électrolytes quand ils sont ou fluides ou solides visqueux, ils ne sauraient vraisemblablement l'être à l'état solide.

Peut-être trouverait-on la cause de l'action photographique dans une auto-excitation provoquée par la phosphorescence qui devient aux basses températures une propriété si répandue.

4. *Réactions du fluor solide.* — A la température de l'hydrogène bouillant, le fluor liquide jaune se solidifie en une masse blanche, dont la température de fusion est environ —233°, un peu inférieure à celle de l'oxygène.

Si on scelle un tube contenant le fluor solide et qu'on brise la pointe après l'avoir plongé dans l'hydrogène liquide, il se produit une violente explosion.

Le soufre, le sélénium, le phosphore rouge, l'arsenic, refroidis au préalable dans l'air liquide, sont très violemment attaqués par le fluor solide, tandis que le tellure et l'antimoine ne le sont pas. Le sodium est attaqué lentement, le potassium très fortement au bout d'un instant : la chaux est décomposée très vite et l'anthracène tout d'un coup.

Faut-il en conclure que les affinités chimiques subsistent avec une telle intensité jusqu'à des températures aussi basses? Ce serait sans doute trop hardi : car on a le droit de soutenir qu'il suffit d'une très minime trace de réaction pour produire un échauffement local et amener une réaction beaucoup plus vive parce qu'elle se fait, en réalité, à une température beaucoup plus élevée.

IV. — Propriétés physiques de la matière aux basses températures.

1. *Alliages du fer.* — Aux températures extrêmement basses, les propriétés physiques des métaux, et plus encore celles de leurs alliages, subissent des modifications très curieuses, qui se maintiennent pendant toute la durée du refroidissement.

La ténacité augmente considérablement, tandis que la ductilité croît ou décroît, suivant les cas.

Le coefficient d'élasticité du fer au bois de Suède s'est élevé de 3,12 kg. : mm² à 5,95, sans allongement sensible.

Les aciers se comportent à peu près de même.

Le coefficient d'élasticité du nickel varie de 4,53 à 7,18 kg. : mm² et sa ductilité de 43 à 51 %. Toutefois, la ductilité de tous les ferro-nickels diminue légèrement quand on les refroidit.

L'acier au manganèse Era (contenant 1,23 % de carbone et 12,64 % de manganèse) n'est pas magnétique; sa ténacité est remarquablement élevée (8,75 kg. : mm²), de même que sa ductilité (30 % d'allongement). Refroidi à —185°, il subit une légère augmentation de ténacité, et perd presque toute sa ductilité, car il ne supporte plus qu'un allongement de 2 1/2 % environ.

Parmi les alliages fer-nickel-manganèse, les plus remarquables sont ceux qui contiennent environ 6 % de manganèse et de 14 à 24 % de nickel. Ces alliages, non magnétiques, possèdent la résistivité la plus grande que nous connaissions parmi les

alliages; ce sont aussi les plus ductiles. La ductilité d'un alliage renfermant 14 °/₀ de nickel environ s'est abaissée par le refroidissement de 75 à 25 °/₀; celle d'un alliage à 18 °/₀, de 57 à 42 °/₀ seulement. Mais la ductilité de l'alliage à 24 °/₀ a augmenté de 60 à 67 °/₀.

Ces résultats nous conduisent à des idées différentes de nos idées antérieures sur la nature du magnétisme. Ils tendent, en effet, à prouver que le magnétisme n'est pas une propriété inhérente à la nature même des molécules, mais plutôt à certains arrangements de molécules. A ce point de vue, il convient de les rapprocher de l'existence de certains alliages magnétiques, ne contenant que des métaux non magnétiques à l'état isolé.

2. *Glace.* — La glace possède une viscosité et une plasticité particulières, qui l'ont fait supposer n'être pas homogène, mais formée d'un mélange de solide et de liquide en proportions variables. Lorsqu'on abaisse la température, les molécules liquides se solidifieraient en nombre de plus en plus grand et la glace devient de plus en plus rigide.

En fait, Dewar a trouvé que la densité de la glace à —185° est 0,929.99; le coefficient de dilatation moyen entre 0° et —185° est, par suite, 0,000.080.99, soit la moitié environ du coefficient moyen entre 0° et —20° (0,000.155.1). Des morceaux de glace transparente plongés dans l'air liquide éclatent dans tous les sens; s'ils ont été refroidis lentement dans l'air liquide, ils n'éclatent pas quand on les projette dans l'hydrogène liquide : preuve que la dilatation diminue aux températures très basses.

Tammann a prouvé que, sous les pressions très élevées, la glace existe sous deux formes allotropiques qui sont probablement l'une et l'autre plus denses que l'eau : l'une d'elles fond à —15°,8 sous la pression de 5.040 atmosphères. On ne peut donc guère conclure, des observations faites aux températures peu inférieures à 0°, que la pression influe sur la température de fusion suivant les mêmes lois jusqu'aux températures beaucoup plus basses. Une expérience de Dewar est significative à cet égard. De l'eau est congelée par portions successives dans un cylindre d'acier, et une balle de plomb emprisonnée dans la glace au milieu et à la partie supérieure. Le cylindre est refroidi à —80° et la glace soumise à une pression de 1.600 kg. : cm²; les balles ne tombent pas. La pression n'abaisse donc pas la température de fusion autant qu'on le supposait.

Il est donc permis de supposer que les affinités chimiques peuvent s'exercer de différentes manières entre les éléments des systèmes moléculaires qui existent dans l'eau. Lorsque la température est suffisamment basse, la pression peut modifier la tendance de ces affinités à s'exercer dans telles ou telles directions et orienter leur action dans un sens différent, moins favorisé lorsque les systèmes ont un plus grand degré de liberté. Aussi serait-il fort intéressant d'étudier à fond les propriétés optiques des diverses formes solides de l'eau aux basses températures, sous des pressions variées. Nous avons des raisons de penser que la coloration de la glace est beaucoup plus marquée que celle de l'eau, quoique la comparaison n'ait jamais été faite dans des conditions bien précises.

Si les explications proposées jusqu'ici sont exactes, il se pourrait bien que les molécules H^2O ou hydrones fussent par elles-mêmes incolores : la coloration apparaîtrait seulement lorsque plusieurs de ces molécules se sont groupées en systèmes, contractant des liaisons analogues à celles qui paraissent nécessaires à l'existence des couleurs dans les hydrocarbures et autres combinaisons voisines.

Le vermillon et l'iodure de mercure passent du rouge au jaune, l'azotate d'urane et le chloro-platinate d'ammonium du jaune au blanc quand on les refroidit dans l'air liquide; on peut voir dans ces changements une preuve qu'il se produit des dissociations résultant de la suppression de certaines affinités.

Les matières colorantes organiques, dont la couleur est due à la constitution de la molécule fondamentale, ne sont que fort peu altérées par le refroidissement.

3. *Densité des gaz solidifiés.* — D'après les quelques déterminations qui ont été effectuées, les densités de l'oxygène, de l'azote, de l'hydrogène sont plus grandes à l'état solide qu'à l'état liquide. Il y aurait lieu de chercher s'il n'existe pas, parmi les substances qui se condensent seulement aux très basses températures, quelques-unes qui se comportent comme l'eau.

D'après les calculs de Dewar, les volumes moléculaires à l'état solide (volume occupé par le poids moléculaire en grammes) de l'oxygène, de l'azote, de l'hydrogène sont respectivement 21,2, 25,5 et 24,2 centimètres cubes au zéro absolu. Le volume moléculaire de l'hydrogène liquide à sa température d'ébullition est 28,6, tandis que celui de l'hélium est 26,6. Ces deux valeurs sont remarquablement voisines, étant donnée la grande différence des masses moléculaires.

4. *Caoutchouc.* — Le caoutchouc, si élastique à la température ordinaire, devient tout à fait friable quand on le refroidit dans l'air liquide. Des feuilles de 1/50 de millimètre d'épaisseur ne sont plus perméables pour l'oxygène ou l'hydrogène liquides.

Le principal constituant du caoutchouc est un hydrocarbure terpénique, renfermant de nombreuses liaisons éthyléniques; ce sont sans doute ces liaisons qui lui donnent des propriétés toutes particulières et notamment en font un dissolvant de l'oxygène. Leur action se localiserait, sous l'influence de l'abaissement de température, par l'apparition de nouveaux groupements moléculaires plus ou moins analogues à ceux qui se forment dans la glace.

Cet effet du froid sur le caoutchouc n'est pas le même que sur le charbon de bois, dont on peut expliquer aussi les propriétés par la constitution polyéthylénique. Mais le charbon est assez rigide, sans doute, pour que la molécule ordinaire ne puisse subir de réarrangement et que les liaisons éthyléniques conservent ainsi tout leur effet, même aux températures très basses. Le pouvoir absorbant sélectif du charbon, si accusé, peut être regardé comme amorcé en quelque sorte dans le caoutchouc, qui absorbe l'oxygène et seulement des traces des autres gaz.

La grande affinité de l'hydrogène pour le charbon, qui ressort des observations décrites plus haut, permet aussi de supposer que les molécules diatomiques de ce gaz monovalent possèdent des affinités résiduelles, se manifestant quand l'énergie cinétique des molécules est abaissée par le refroidissement.

A ce qui précède, il faudrait ajouter les expériences effectuées au Laboratoire cryogène de Leyde, notamment la liquéfaction de l'hélium, par le Professeur Kammerlingh Onnes, les expériences de Becquerel sur la phosphorescence, les procédés de M. Claude pour la séparation des gaz rares de l'atmosphère.

Mais ce sont là des faits déjà connus des lecteurs de la *Revue*, grâce à l'article de M. Marchis : « Le Premier Congrès International du Froid », t. XX, p. 209, 1909.

Marcel Lamotte,
Professeur de Physique
à la Faculté des Sciences de Clermont-Ferrand.

LES RECHERCHES RÉCENTES DE M. VAN T'HOFF SUR LES DÉPÔTS OCÉANIQUES

Les études microscopiques de la seconde moitié du siècle dernier ont achevé de nous fixer complètement sur la composition minéralogique des roches constituant l'écorce terrestre. En outre, la plupart des minéraux ont été reproduits artificiellement; mais, dans beaucoup de cas, les conditions expérimentales réalisées dans les laboratoires ne correspondent nullement à celles de la Nature, de telle sorte que la genèse de la plupart des minéraux, surtout celle des silicates, est loin d'être établie. Ce sont justement ces derniers, qui, au point de vue de la formation de l'écorce terrestre, sont les plus intéressants. Des tentatives de recherches ont été faites dans ces dernières années par MM. Vogt, Dœlter, etc., pour préciser les conditions de formation de quelques minéraux, mais elles n'ont pas encore donné de résultats indiscutables, à cause des difficultés expérimentales; il faut, en effet, opérer à haute température, faire un grand nombre d'analyses fort pénibles; les pressions énormes ayant existé au moment de la formation de certaines roches font défaut et les recherches sont faites sur une trop petite quantité de matière.

L'étude de la formation des dépôts salins n'offre pas toutes ces difficultés expérimentales; aussi, M. Van t'Hoff l'a-t-il complètement résolue, malgré sa très grande complexité. Les sels en dissolution dans les eaux marines sont les chlorures et les sulfates de sodium, de potassium, de magnésium, de calcium et parfois aussi des borates. Suivant les proportions des sels dissous, la température, il se produit, par évaporation de l'eau, un grand nombre de sels différents, qu'on trouve presque tous réunis dans le célèbre gisement de Stassfurt-Leopoldshall et dans les autres localités exploitées appartenant au même bassin salin.

A cause de la complexité des produits déposés et de l'influence de la température, etc., les recherches ont demandé plus de dix ans de travail; un grand nombre d'analyses techniques, de mesures de tension de vapeur, de dilatation, de coefficients de solubilité, etc., mesures ayant pris beaucoup d'importance dans le domaine de la Chimie physique, ont dû être faites; aussi, M. Van t'Hoff a-t-il eu recours à un grand nombre de collaborateurs, parmi lesquels il faut citer, en premier lieu, Meyerhoffer, et les résultats obtenus ont été publiés à diverses reprises dans les *Mémoires de l'Académie des Sciences de Berlin.*

En condensant dans deux petits volumes ces divers travaux, M. Van t'Hoff[1] en a facilité l'étude au lecteur, qui peut ainsi se rendre compte de l'intérêt du problème, suivre les méthodes employées pour le résoudre et voir l'importance des résultats obtenus. Ce sont ces divers points que nous allons exposer succinctement ici.

I. — Formation des sels de sodium, de potassium et de magnésium.

Le problème de la formation des dépôts salins est complètement résolu si les lois de la cristallisation d'une solution contenant plusieurs sels sont établies. L'ordre de succession des composés déposés n'est pas constamment en rapport avec la solubilité des sels, et ce n'est pas toujours le corps le plus insoluble qui se dépose le premier. En outre, pour voir facilement la marche de la cristallisation, en tirer toutes les conséquences, prévoir tous les cas, il est très avantageux de trouver un graphique représentant le phénomène dans tous ses détails.

M. Van t'Hoff considère d'abord le cas le plus simple : une solution contenant seulement deux sels n'agissant pas l'un sur l'autre, comme, par exemple, les chlorures de sodium et de potassium. 1.000 molécules d'eau dissolvent 111 molécules du premier chlorure et 88 du second si ces deux sels sont seuls; mais il n'en est pas de même s'ils sont dissous ensemble. Le coefficient de solubilité pour chacun d'eux diminue, et la solution est saturée à la fois des deux corps lorsqu'elle contient 89 molécules de NaCl et 39 molécules de KCl. Par évaporation, des cristaux des deux substances se déposent simultanément jusqu'à épuisement complet. La figure 1 représente le phénomène : OA et OB indiquent respectivement les quantités de chlorure de sodium et de chlorure de potassium saturant 1.000 molécules d'eau, et C le point de saturation des deux sels.

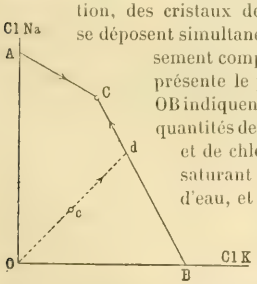


Fig. 1. — *Diagramme de solubilité des solutions de chlorures de sodium et de potassium.*

Tous les états de la solution non concentrée correspondent à des points intérieurs à la figure AOBC. Prenons celle dont la composition est indiquée par le point intérieur *c*. L'évaporation ne change pas le rapport des quantités des sels dissous, et les différents états successifs de cette solution évaporée sont représentés par la droite O*c* en s'éloignant progressivement du point *c*, jusqu'à la rencontre en *d* de la droite CB. A ce moment, il se dépose du chlorure de potassium et la composition de la solution est indiquée par les divers points de la ligne *d*C, puisque la quantité de chlorure de potassium diminue, tandis que celle du chlorure de sodium reste constante. L'état de la solution arrivant au point C, les deux sels se déposent simultanément. Ce point est désigné comme point final de cristallisation et les flèches indiquent la marche de la cristallisation.

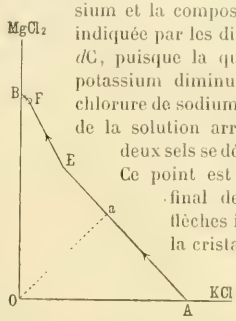


Fig. 2. — *Diagramme d'évaporation d'une solution avec trois sels.*

Ce fait peut être exprimé de la manière suivante : la composition d'une solution en voie de cristallisation s'éloigne de plus en plus de celle qui contient le corps qui se dépose et qui la sature.

M. Van t'Hoff examine ensuite le cas où les deux sels forment un nouveau composé, ce qui arrive avec le chlorure de magnésium et le chlorure de potassium, produisant un sel double, la carnallite ($MgCl^2.KCl.6H^2O$). Les divers stades de l'évaporation d'une solution avec trois sels sont représentés par la figure 2.

OB indique 108 molécules de $MgCl^2$ (coefficient de solubilité de ce sel à 25°) et OA 89 molécules de KCL comme dans la figure 1; EF correspond à la carnallite. La composition de la solution au point E est la suivante : $1.000H^2O.11KCl.72,5MgCl^2$, et celle du point F : $1.000H^2O.2KCl.105MgCl^2$ (le chlorure de magnésium et la carnallite cristallisent par évaporation à 25°).

En répétant le raisonnement développé dans le cas précédent, on se rend compte de la signification des flèches indiquées sur la figure et représentant la marche de la cristallisation.

Il y a deux cas à distinguer. Dans le premier, l'état de la solution est représenté par le point F et il se sépare de la carnallite et du chlorure de magnésium (bischoffite) jusqu'à évaporation complète; aussi le point F, qui est toujours atteint, est désigné comme point final de cristallisation. Dans le second, au point E, il se forme de la carnallite et du chlorure de potassium.

Avec une solution contenant les chlorures de potassium et de magnésium, les sulfates de potassium et de magnésium, le phénomène est beaucoup plus complexe, car, indépendamment de ces qua-

[1] J. H. Van t'Hoff : *Zur Bildung der ozeanischen Salzablagerungen.* 1re partie : 1 vol. in-8° de 86 pages et 34 figures; 2e partie : 1 vol. de 90 pages et 15 figures. F. Vieweg et fils, éditeurs. Braunschweig, 1909. (Prix de l'ouvrage complet : 9 marks.)

tre sels, il peut se produire de la carnallite, du sulfate de magnésie à 6 équivalents d'eau, dont l'existence n'a pas encore été constatée dans la Nature, de la reichardite (epsomite) ($MgSO^4.7H^2O$) et de la schönite ($K^2SO^4.MgSO^4.6H^2O$). La composition de la solution et la marche de la cristallisation ne peuvent plus être représentées par une figure plane, mais par une figure dans l'espace. Plusieurs modes de figuration peuvent être choisis, mais le mieux est de prendre, à l'exemple de M. Löwenherz, sur les 4 arêtes aboutissant au sommet du même angle solide d'un octaèdre régulier, des longueurs comptées à partir du sommet O, et correspondant respectivement au nombre des molécules de K^2Cl^2(OA), $MgCl$(OB), K^2SO^4(OD), $MgSO^4$(OC), saturant une solution aqueuse quand ces sels sont seuls.

Les résultats des mesures quantitatives diverses faites sur une telle solution à la température de 25° sont indiqués par la figure 3, qui est une projection sur un plan perpendiculaire à l'axe quaternaire de l'octaèdre passant par le sommet O.

Cette figure est partagée en plusieurs polygones correspondant à une solution saturée d'un des sels :

AEQPNML correspond à KCl,
EQRF — à la carnallite,
BFRG — au chlorure de magnésium,
RGHPQ — à $MgSO^4.6H^2O$,
CJNPH — à $MgSO^4.7H^2O$,
JKMN — à la schœnite,
DKML — au sulfate de potasse.

Les droites séparant deux polygones représentent la composition des solutions saturées des deux sels correspondant aux deux parties. Les points de jonction de ces droites indiquent la composition d'une solution saturée des trois sels. La composition d'une solution non saturée est représentée par un point intérieur au solide. Par évaporation, on arrive à un point d'un des polygones partageant la figure, et la substance représentée par ce polygone se dépose d'abord et ensuite les sels dans l'ordre indiqué par la direction des flèches.

La figure est évidemment très compliquée, mais elle donne une idée exacte de la succession des dépôts et des sels pouvant cristalliser simultanément. Ainsi, si la composition d'une solution est représentée par le point R, il se déposera à la fois de la carnallite, de la bischoffite et $MgSO^4.6H^2O$; la paragenèse des minéraux des gisements salifères est ainsi expliquée et exactement déterminée.

M. Van t'Hoff examine l'influence du temps et il a constaté que celui-ci joue un rôle considérable dans la production des composés complexes, surtout avec des solutions contenant les sels précédemment examinés et saturées de chlorure de sodium. Ce dernier existe toujours d'une façon constante et en très grande quantité par rapport aux autres corps dans les eaux marines. Des sels qu'on n'obtient que bien au-dessus de la température ordinaire se forment sous l'influence du temps à 25°. Leur présence dans les solutions a été constatée par des mesures tonométriques.

La figure dans l'espace 4 indique les sels pouvant se produire. Comme il n'est pas possible de représenter les quantités de chlorure de sodium, on suppose, ce qui est à peu près exact, que la solution est toujours saturée par NaCl.

Le sulfate de soude, dont la quantité est donnée par la formule :

$$Na^2SO^4 = Na^2Cl^2 + SO^4Mg^2 - MgCl^2,$$

est reporté sur l'axe OC.

Les différentes divisions de la figure correspondent aux minéraux ou composés suivants pouvant se déposer à la température de 25° :

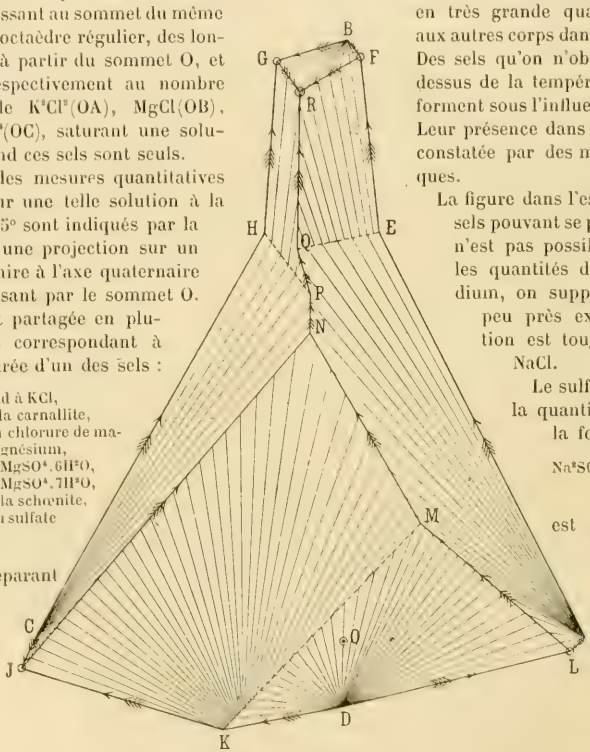


Fig. 3. — *Diagramme d'évaporation d'une solution contenant sept sels.*

ALZD correspond à la bischoffite,
BFMNPQE — sylvine,
CGSH — thénardite,
DZRQE — carnallite,
FMTSG — glasérite,
SHIVUT — astrakanite,
JXWVI — reichardite,
JXYK — $MgSO^4.6H^2O$,
KYRZL — kiesérite,
TUNM — schœnite,
NUVWP — léonite,
PWXYRQ — kaïnite.

M. Van t'Hoff a établi les graphiques représentant la marche de la cristallisation, c'est-à-dire la suc-

cession des dépôts, de la même manière que dans les cas simples déjà examinés au début de cette étude.

La température a une grande influence, due non seulement à la variation des coefficients de solubilité des différents sels, mais aussi à l'action des nouveaux sels pouvant se produire et à la disparition de certains d'entre eux.

M. Van t'Hoff a d'abord fait des recherches entre

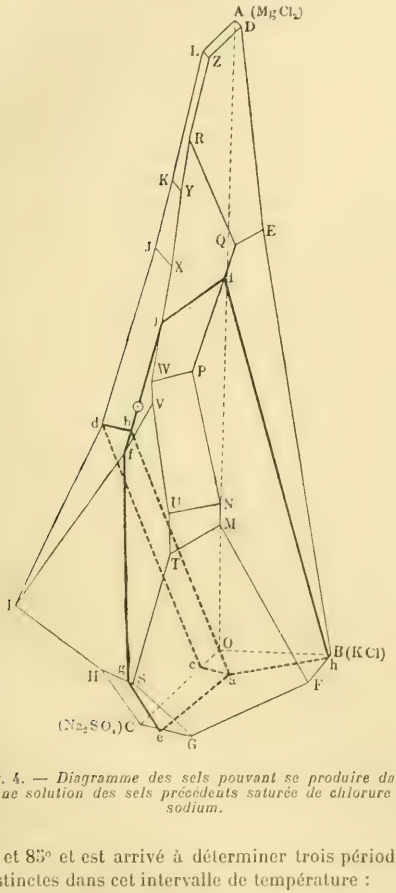


Fig. 4. — *Diagramme des sels pouvant se produire dans une solution des sels précédents saturée de chlorure de sodium.*

25 et 85° et est arrivé à déterminer trois périodes distinctes dans cet intervalle de température :

1° De 25 à 37°, des 12 composés pouvant exister, trois deviennent instables et disparaissent : la *schœnite* à 25°,25, la *reichardite* à 31° et le *sulfate de magnésie* à $6H^2O$ à 35°,3 ;

2° La seconde période, comprise entre 37 et 55°, est caractérisée par l'apparition de trois minéraux : la *langbeinite* ($K^2SO^4.2MgSO^4$), pouvant se produire à 35° aux dépens de la léonite ($K^2SO^4.SO^4Mg.4H^2O$) et de la kiesérite ($MgSO^4.H^2O$) par le départ de l'eau d'hydratation ; la *lœweite* ($NaSO^4.MgSO^4.2^1/_2H^2O$) et la *van t'hoffite* ($3Na^2SO^4.MgSO^4$) apparaissent à 46°.

Il est à remarquer que la découverte de cette dernière substance dans la Nature, où elle existe intimement mélangée à d'autres sels, est due indirectement aux recherches de M. Van t'Hoff, qui l'avait obtenue artificiellement avant qu'on ait constaté son existence dans les dépôts de Stassfurt-Leopoldshall ;

3° Pendant la troisième période, de 55° à 85°, trois minéraux disparaissent : l'*astrakanite* ($MgSO^4.Na^2SO^4.4H^2O$) à 60°, la *léonite* à 61°,5 et la *kainite* ($MgSO^4.KCl.3H^2O$) ; de telle sorte qu'il ne peut se déposer à 85° que la bischoffite ($MgCl^2$), la kiesérite, la carnallite, la lœwéite, la van t'hoffite, la thénardite (SO^4Na^2), la langbeinite, la glasérite ($[K,Na]^2SO^4$) et la sylvine (KCl).

Au-dessous de 25°, quelques minéraux deviennent instables, ou ne peuvent plus se former : ce sont : la kiesérite (18°), le sulfate de magnésie à $6H^2O$ (13°), la glasérite (18°), la thénardite (13,°5), la léonite (18°) et l'astrakanite (4°,5). La température change aussi la paragénèse dans quelques cas.

Pour exprimer ces faits, M. Van t'Hoff développe la figure 4. Les plages représentant chaque sel sont étalées de manière à conserver leurs rapports réciproques, tout en étant complètement déformées.

L'influence de la pression a aussi été examinée. Elle se décompose en deux facteurs : action sur la vitesse de réaction et sur la position d'équilibre. La première n'agit seulement que dans le cas des gaz dilués ; aussi la seconde intervient seule en modifiant le coefficient de la solubilité, qui est diminuée dans le cas où la dissolution d'un sel provoque une dilatation, et augmentée dans le cas contraire. Mais cette modification est tellement faible qu'on ne peut pas la représenter sur les diagrammes.

La pression modifie la température de formation de la tachydrite ($2MgCl^2.CaCl^2.12H^2O$). Ce sel double se produit à 22° à la pression atmosphérique. Au moyen du manocryomètre, il a été constaté que la température de formation s'élève de 0°,016 par atmosphère. Comme, d'après M. Precht, les mers au fond desquelles s'est produite le tachydrite de Stassfurt n'avaient pas plus de 1.500 mètres de profondeur, la pression, si on évalue la densité de l'eau à 1,2, était environ de 180 atmosphères, ce qui aurait amené une élévation de 3° pour la température de formation de la tachydrite.

Les applications pouvant être déduites de ces recherches expérimentales sont intéressantes : reproduction artificielle des minéraux, conditions de formation des dépôts anciens et des dépôts pro-

duits par l'évaporation des eaux marines et des lacs salés, etc. Ainsi on obtiendra artificiellement la carnallite avec une solution à 25° composée de 1.000 molécules de H^2O, 6 de KCl et 89 de $MgCl^2$. La kaïnite se produira avec la solution suivante à 25° : 1.000 H^2O, 11 NaCl, 12 KCl, 61 $MgCl^2$, 12 $MgSO^4$, et la langbeinite avec 1.000 H^2O, 43 NaCl, 42 KCl, 36 $MgCl^2$, 11 $MgSO^4$. M. Van t'Hoff cite beaucoup d'autres exemples.

Usiglio s'était déjà occupé en 1849 de la formation successive des sels déposés par l'eau de mer évaporée à sec, mais n'a observé que quelques-uns d'entre eux. La composition de l'eau de la Méditerranée rapportée à celle du sel marin est la suivante : 100 NaCl, 2,2 KCl, 78 $MgCl^2$, 3,8 $MgSO^4$.

La figure 4 permet de suivre la marche de la cristallisation. Après un dépôt de sel, on arrive à la région de la kiesérite et ensuite dans celle de la carnallite.

On reviendra plus loin sur les résultats de l'évaporation de l'eau marine en étudiant les sels calciques.

II. — Formation des sels calciques.

Jusqu'ici, on n'a tenu compte que des sels de sodium, de potassium et de magnésium ; mais, dans les eaux marines, il existe, en outre, des sels calciques, formant des dépôts importants dans les régions salines, où l'on constate aussi parfois l'existence des borates. Le cas est beaucoup plus compliqué que les précédents, mais il a été résolu avec le même succès, et M. Van t'Hoff y consacre le second volume de son ouvrage.

Les minéraux déjà étudiés se produisent encore, mais il y a formation de sels nouveaux : anhydrite ($CaSO^4$), gypse ($CaSO^4$. $2H^2O$), glaubérite ($CaSO^4$. Na^2SO^4), syngénite ($CaSO^4$. K^2SO^4. H^2O), polyhalite ($2CaSO^4$. $MgSO^4$. K^2SO^4. $2H^2O$), krugite ($4CaSO^4$. $MgSO^4$. K^2SO^4. $2H^2O$) et tachydrite.

Les recherches présentent beaucoup plus de difficultés que les premières, à cause du retard des réactions et des transformations des sels produits. La mesure des coefficients de solubilité a peu d'importance, les sels de chaux étant peu solubles dans l'eau, et les déterminations tonométriques et volumétriques passent au premier plan.

Parmi les résultats obtenus, il en est qui intéressent particulièrement le minéralogiste : telle est la production de l'anhydrite et du gypse. Dans les laboratoires, le premier minéral ne se formait, d'après les anciennes recherches, qu'à des températures relativement élevées, alors que, dans la Nature, il se produit déjà à 25° et dans un milieu aqueux. M. Van t'Hoff a constaté qu'une solution dont la tension de vapeur est inférieure à $15^{mm},5$ de mercure dépose de l'anhydrite, alors qu'il se forme du gypse si cette tension est supérieure.

C'est à la température de 25° que la glaubérite, la syngénite et le gypse jouent le plus grand rôle. On peut étudier leur formation au moyen du diagramme de la figure 4, représentant celle des autres sels déjà étudiés et aussi celle des sels calciques, dont les domaines sont séparés par les *gros traits*.

Des recherches expérimentales, faites en ajoutant du sulfate de chaux aux diverses solutions des sels de potassium, de sodium et de magnésium, montrent que, malgré la présence du calcium, des sels de ces derniers corps se produisent comme auparavant et que la glaubérite, la syngénite et le gypse, ou bien l'anhydrite, ont leur domaine particulier de stabilité : la glaubérite en CHI, la syngénite en FGSTMUNVWP, et le gypse dans les autres solutions, la polyhalite suivant la ligne *fj*, la krugite suivant *bj*, là où la polyhalite et l'anhydrite sont en contact.

Ces recherches théoriques, qu'il n'est pas possible de développer ici complètement, permettent quelques applications intéressantes.

Ainsi on a pu reproduire artificiellement, pour la première fois, la polyhalite et la krugite, et préparer le pentasulfate de calcium qui n'existe pas dans la Nature. En considérant que, dans le diagramme, la région de la polyhalite est immédiatement avant celle de la kiesérite, on devait s'attendre à la production du premier minéral en évaporant une solution dont la composition est voisine de celle qui doit donner du sulfate de magnésie à 1 équivalent de H^2O.

Il y a eu concordance parfaite entre les nombres trouvés et les nombres calculés, comme l'indiquent les nombres suivants :

H^2O	SO^4	Ca	Mg	K	
—	—	—	—	—	
6,2	63,4	13,3	4	13,2	observés.
6	63,7	13,3	4	13	calculés.

La formation des sels de calcium dans l'eau de mer est indiquée par la figure 4. Le commencement de la séparation du sel gemme se trouve dans le domaine du gypse, et à ce moment l'eau de mer a la composition suivante : 1.000 H^2O, 95,1 NaCl, 2,1 KCl, 7,4 $MgCl^2$, 3,6 $MgSO^4$, 0,72 $CaSO^4$, et une tension maximum de $17^{mm},1$.

La séparation du sulfate de magnésie se fait dans le domaine de la polyhalite quand la composition de l'eau correspond à 1.000 H^2O, 24 NaCl, 11,5 KCl, 40,7 $MgCl^2$, 30 $MgSO^4$, 0,1 $CaSO^4$, avec tension maximum de $13^{mm},3$. Le gypse est donc remplacé par de l'anhydrite, puisque la tension est inférieure à $15^{mm},5$.

La cristallisation, continuant, conduit à la direction W, X, Y et R et la composition de la solution est

finalement représentée par le point Z; de telle sorte qu'on tombe de nouveau dans le domaine du gypse et il y a production d'un nouveau dépôt d'anhydrite.

La production des sels calciques dépend de la quantité de calcium contenue dans l'eau de mer (jusqu'à 2,21 de $CaSO^4$ pour 100 NaCl).

Ce qui est intéressant au point de vue minéralogique, c'est l'influence de la température sur la production des différents sels, influence expliquant, par les modifications amenées par les changements de saison, l'alternance des couches constatées dans certains dépôts.

En résumé, le dépôt des sels de Stassfurt s'est fait de la manière suivante :

1° *a*) Gypse, séparation de 1,45 de $CaSO^4$;

b) Sel gemme ancien (95,4 de NaCl), déposé successivement dans le domaine de l'anhydrite, de la polyhalite et accompagné de gypse, d'anhydrite et de polyhalite (séparation de 0,74 de $CaSO^4$);

2° Kiesérite, sel gemme et kaïnite accompagnés successivement de polyhalite et d'anhydrite;

3° Carnallite, kiesérite et sel gemme, accompagnés d'anhydrite;

4° Chlorure de magnésium, sel gemme, kiesérite et carnallite accompagnés d'anhydrite.

M. Van t'Hoff a étudié, en outre, la formation des borates des gisements naturels. Le problème est encore beaucoup plus complexe que les précédents, mais il est résolu par les mêmes méthodes.

Les sels dont la production a été étudiée dans le cours de cet article ne sont pas toujours stables; ils se transforment en donnant d'autres minéraux secondaires; ces modifications ont été envisagées par M. Van t'Hoff, mais il serait trop long de relater les résultats de ses observations.

Un tableau final donne la paragénèse de tous les minéraux des dépôts océaniques. Des 231 associations imaginables, 84 ont été décrites, mais 70 seulement de celles-ci ont été prévues. Les 14 cas de paragénèse contraires à la théorie sont tous discutables et demandent de nouvelles observations: ainsi il est possible que le minéral décrit comme gypse et associé à la kiesérite soit du pentasulfate de calcium et de potassium, inconnu jusqu'ici comme minéral, et ressemblant beaucoup à du gypse.

Il reste encore 40 paragénèses prévues, à trouver dans les gisements salins, et à découvrir dans ces derniers les composés $MgSO^4.6H^2O$, $Ca^3K^2(SO^4)^6H^2O$ et $NaCaBa^4O^9.4H^2O$, préparés par M. Van t'Hoff dans le cours des expériences étudiées ici.

On voit donc, par ce rapide exposé, tout l'intérêt des recherches de M. Van t'Hoff et les services que peut rendre la Chimie physique à la Minéralogie.

Les conditions de formation des minéraux, la paragénèse, les modifications successives dues à des influences postérieures, sont déterminées avec une précision rigoureuse; de telle sorte que la présence de certains minéraux, leur association minéralogique, leur quantité relative nous fixent complètement sur la composition des eaux marines leur ayant donné naissance, la profondeur des mers et la température de ces dernières, faits qui peuvent jeter une certaine lumière sur divers phénomènes biologiques et géologiques.

P. Gaubert,

Assistant de Minéralogie
au Muséum d'Histoire naturelle.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Autonne (Léon), *Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées, Professeur adjoint honoraire à la Faculté des Sciences de l'Université de Lyon.* — **Sur les Groupes de Matrices linéaires non invertibles.** — *1 fasc. in-8° de 78 pages, des Annales de l'Université de Lyon.*

L'étude des formes algébriques bilinéaires a donné lieu à des recherches importantes sur les groupes linéaires constitués par des matrices n-aires ou tableaux carrés de n^2 éléments auxquels on attribue la valeur appelée, comme on sait, le *déterminant* des n^2 éléments. On s'était surtout occupé jusqu'ici des groupes *ordinaires*, où chaque matrice est invertible, ayant son déterminant différent de 0. Dans le présent travail, M. Autonne s'affranchit de cette restriction : il étudie les groupes à *rang variable*, où les diverses matrices peuvent avoir un déterminant *principal* de rang quelconque et ne sont pas, en général, invertibles.

Sans prétendre avoir résolu complètement le problème, l'auteur établit quelques propositions générales très importantes et construit des groupes particuliers.

Nous indiquerons seulement le plan de l'ouvrage, qui comprend d'abord une introduction résumant les résultats obtenus, puis des préliminaires consacrés aux définitions et notations, ainsi qu'à l'exposé d'une terminologie géométrique commode pour représenter les opérations linéaires dans un espace à n dimensions.

La première partie se rapporte à la multiplication et à la division des matrices et plus généralement des tableaux rectangulaires. La seconde partie est consacrée aux propriétés générales des matrices de rang donné. Enfin, dans la troisième partie, on aborde l'étude des groupes qui font l'objet essentiel de l'ouvrage : un système de matrices n-aires forme un groupe, si tout produit de deux d'entre elles appartient au système. Le système formé par les matrices de rang minimum forme le groupe *noyau* : l'auteur en étudie les propriétés et construit en particulier les groupes confondus avec leur noyau; il obtient également d'autres groupes intéressants, qui font l'objet du dernier chapitre, et qui remplissent certaines conditions de permutabilité.

L'introduction est terminée par un index bibliographique indiquant les références aux travaux antérieurs, que le présent ouvrage complète de la façon la plus heureuse.

M. Lelieuvre,
Professeur au Lycée et à l'École des Sciences de Rouen.

Andrade (J.), *Professeur à la Faculté des Sciences de Besançon.* — **Chronométrie.** — *1 vol. in-18 de 382 pages, de l'Encyclopédie scientifique du Dr* Toulouse. (*Prix* : 5 *fr.*) *O. Doin, éditeur. Paris*, 1909.

Voici comment l'auteur expose l'objet de son ouvrage :

« Dans ce livre, on trouvera, pour la première fois réunis, l'exposé descriptif de l'œuvre des artistes qui ont fondé la chronométrie et l'ensemble des travaux des savants qui ont réussi à comprendre cette œuvre et à la compléter... Les théoriciens trouveront rassemblés ou résumés des travaux qui méritaient vraiment d'être réunis auprès des problèmes réels qui les ont suscités, à savoir : les Mémoires fondamentaux de Villarceau, Phillips, Cornu et Caspari; ils trouveront encore quelques travaux de l'auteur et de nombreux emprunts aux enseignements de MM. Grossmann père et fils. »

Ce n'est donc pas de l'usage, mais du mécanisme et de la construction des chronomètres qu'il est traité.

On peut s'étonner à bon droit que cette science, qui a donné naissance aux premiers fondements de la Dynamique (Galilée, Huygens, etc.), n'ait trouvé jusqu'ici personne pour la professer dans les Ecoles ni pour en exposer l'ensemble dans un livre : lacune d'autant plus regrettable que cette discipline est de celles dans lesquelles notre pays tient sans contestation le premier rang. La création de l'enseignement horloger à l'Université de Besançon et le traité publié par le professeur qui inaugura cet enseignement viennent la combler fort à propos.

L'ouvrage comprend quatre parties dont voici les titres :

1. Exposé historique des faits et des idées; comment est née la chronométrie; ses grands inventeurs : Huygens, Arnold, Pierre Le Roy.

2. Le rouage, depuis le poids ou ressort moteur jusqu'à l'échappement et au balancier. Les axes, les pierres, les huiles. Etude élémentaire de la compensation et des méthodes de réglage.

3. Chronométrie mathématique. Les lois du réglage et de la synchronisation.

4. Notions d'électro-horlogerie.

M. Andrade possède à fond son sujet; il a su mettre dans son exposé les qualités de clarté et de méthode que développe la pratique de l'enseignement. Ne s'adressant pas exclusivement aux savants, et voulant pourtant garder à son œuvre un caractère hautement scientifique, il y a introduit les notions nécessaires de Mécanique générale et d'Analyse mathématique. Nous signalons plus spécialement le développement de la théorie graphique des mouvements oscillatoires, amortis ou non, et ses applications à la synchronisation, auxquelles l'auteur apporte personnellement une importante contribution, réussissant à départager des théories qui se combattaient. Notons encore le soin avec lequel est mis en évidence le degré d'exactitude et d'approximation des résultats du calcul. — Au point de vue de la doctrine pure, nous aurions peut-être à faire des réserves, par exemple sur la manière d'appliquer le principe de d'Alembert à déterminer l'influence de l'inertie du spiral sur l'isochronisme; mais, eu égard au but visé et à l'approximation utile, ce sont là détails secondaires.

L'auteur signale lui-même et excuse les lacunes que son cadre lui imposait. Il est un sujet, toutefois, que nous regrettons de n'y point voir abordé : c'est la suspension à ressort du pendule, dont Bessel a donné la théorie, vérifiée ensuite par les expériences de Laugier et Winnerl. On pourrait aussi souhaiter une étude plus complète de la résistance des milieux, tout en reconnaissant qu'en l'état actuel cette théorie est incomplète.

Nous espérons que l'ouvrage aura assez de succès pour qu'une nouvelle édition vienne réparer ces omissions.

Ed. Caspari,
Ingénieur hydrographe en Chef.

Renard (Commandant Paul). — **L'Aéronautique.** — — *1 vol. de la Bibliothèque de Philosophie scientifique, de 368 pages, avec 68 figures.* (*Prix* : 3 *fr.* 50.) *Ernest Flammarion, éditeur. Paris*, 1909.

Parmi les ouvrages relatifs à la navigation aérienne, qui se multiplient en ce moment avec une si grande rapidité, celui-ci s'impose tout d'abord à l'attention par l'autorité qui s'attache au nom du Commandant Renard. Il ne faudrait pas croire toutefois qu'il s'agit ici d'un traité de science abstraite; on n'y trouvera, au contraire, ni formules, ni calculs, car le livre ne s'adresse pas à des spécialistes. C'est avant tout un

ouvrage de vulgarisation, destiné au grand public.

L'auteur nous avertit que la plus grande partie du volume est consacrée à faire connaître au lecteur l'œuvre du Colonel Charles Renard ; mais la navigation aérienne n'en est pas moins envisagée sous toutes ses faces. Au surplus, existe-t-il, dans cette science si complexe, une question que n'ait pas étudiée, approfondie et, si l'on peut dire, marquée de sa puissante empreinte celui que l'on considère à juste titre comme le créateur de l'Aéronautique moderne ? Peut-être, néanmoins, eût-on désiré voir rappeler avec un peu plus de développement les travaux parallèles d'autres ingénieurs-aéronautes remarquables, tels que MM. Hervé, Crocco, etc.

Parmi les sujets traités, nous mentionnerons spécialement : l'étude de l'océan aérien, comprenant l'énoncé des principales lois météorologiques ; les méthodes usuelles de fabrication des gaz plus légers que l'air et en particulier de l'hydrogène ; les principes et les règles de l'architecture aéronautique ; les lois qui régissent les mouvements des ballons suivant la verticale ; l'emploi des aérostats libres, captifs et dirigeables ; les appareils d'aviation. Un historique succinct de l'Aéronautique, de ses applications scientifiques, militaires et sportives, et quelques considérations générales sur son avenir, terminent cet intéressant volume.

Des questions souvent ardues, difficiles à exposer en langage courant, y sont développées avec la simplicité et la clarté qui caractérisent le talent de l'auteur.

Commandant Voyer.

2° Sciences physiques

Chwolson (D. O.), *Professeur à l'Université de Saint-Pétersbourg.* — **Traité de Physique**, *traduit sur les éditions russe et allemande par* M. E. Davaux, *Ingénieur de la Marine. Tome II, fascicule 4* : **Diffraction. Double réfraction et Polarisation de la lumière.** — 1 *vol. in-8° de* 548 *pages, avec* 182 *figures.* (*Prix* : 17 *fr.*) *Librairie scientifique A. Hermann et fils. Paris*, 1909.

Ce fascicule termine le second volume du grand Traité de Physique de Chwolson, dont nous avons déjà entretenu à plusieurs reprises nos lecteurs[1]. L'étude de la lumière s'y achève par 5 chapitres sur la diffraction, la polarisation, la double réfraction, l'interférence des rayons polarisés et la rotation du plan de polarisation. Cet exposé est suivi d'une importante Note de MM. E. et F. Cosserat sur la théorie des corps déformables, qui occupe à elle seule près de la moitié du fascicule.

Besson (Louis), *Sous-Chef du Service physique et météorologique de l'Observatoire de Montsouris.* — **Sur la Théorie des Halos.** *Thèse présentée à la Faculté des Sciences de Paris.* — 1 *vol. in-8° de* 89 *pages. Gauthier-Villars, éditeur. Paris*, 1909.

M. Besson est à coup sûr le météorologiste français qui connaît le mieux la Météorologie optique. Il vient de faire la synthèse de ses longues études sur la *théorie des halos* et de la présenter comme thèse de doctorat.

Durant dix années consécutives, du 1er janvier 1898 au 31 décembre 1907, avec l'aide d'un collaborateur, M. Dutheil, il a tous les jours observé à Montsouris les phénomènes de halos solaires : halos de 22° et de 46°, parhélies, arc circumzénital, anthélies, paranthélies, etc. ; rapprochant cette longue série d'observations des séries antérieures d'Upsal, du Parc-Saint-Maur et des Pays-Bas, il a mis en lumière la variation diurne et la variation annuelle de ces divers phénomènes, estimant fort judicieusement que deux de ces phénomènes ne peuvent être attribués à la même cause — réfractions à travers des faces différentes d'un même cristal de glace ayant une position définie — que s'ils sont fréquents en même temps et rares en même temps. C'est ainsi qu'il apporte le concours de la statistique météorologique à la théorie de Bravais, qu'il confirme d'une façon très solide sur presque tous les points.

Après avoir observé, M. Besson a expérimenté : La théorie admet que certains phénomènes optiques s'expliquent par des réflexions et réfractions dans des prismes hexagonaux de glace, horizontaux et verticaux ; ces positions sont-elles réalisées dans les nuages glacés, et sont-elles stables? Pour le savoir, M. Besson a institué une série de recherches expérimentales sur l'orientation que prennent les corps solides en tombant dans les fluides. Entre Bravais, qui admettait, non sans quelques réserves, que les cristaux, en traversant l'air, prennent la position qui leur assure le minimum de résistance de la part du fluide, et Wood, qui a énoncé l'opinion contraire, M. Besson arrive à une opinion plus complexe : il a taillé en bois d'ébène et en ébonite des prismes et des cylindres allongés, qu'il a terminés à l'une de leurs extrémités par une lamelle plate. Suivant les rapports que présentent entre eux les quatre paramètres qui définissent un pareil système (épaisseur et diamètre de la lamelle, longueur et diamètre du prisme ou cylindre), on voit l'axe du système prendre une position horizontale ou verticale en tombant dans l'eau. Sur des « formes » semblables à celles de cristaux complexes de glace que l'on a réellement observées, on obtient bien les orientations de chute que la théorie suppose pour expliquer les apparences.

M. Besson apporte des éléments nouveaux sur deux points principaux. La théorie de *l'arc circumzénital* avait été donnée d'abord par Galle, puis par Bravais, dont l'explication a été contestée récemment par Pernter dans sa *Météorologie optique*. On donnera une idée précise de l'importance du travail de M. Besson en indiquant que Pernter, qui a groupé toutes les mesures faites auparavant de la hauteur de l'arc circumzénital, n'en a trouvé que 17; et MM. Besson et Dutheil ont effectué à Montsouris 91 mesures, portant sur 49 arcs différents. Ces mesures vérifient, au contraire, la formule de Bravais, et dans des limites beaucoup plus larges qui n'avaient jamais été atteintes.

Pour l'anthélie, les paranthélies et les deux types de halos blancs, phénomènes beaucoup plus rares, M. Besson substitue, au contraire, à la théorie de Bravais une théorie fondée sur l'existence d'associations particulières de prismes de glace, dont le beau Mémoire de M. Dobrowoski sur « la neige et le givre » a montré la réalité.

Bernard Brunhes,
Directeur de l'Observatoire du Puy de Dôme.

Beltzer (F.). — **La Chimie industrielle moderne. Tome I. Industrie chimique minérale, Métalloïdes.** — 1 *vol. in-8° de* 710 *pages.* (*Prix* : 20 *fr.*) *Société d'Editions Techniques. Paris*, 1909.

Deux volumineux ouvrages publiés assez récemment — le Traité de M. Chabrié et celui de M. J. Garçon — étaient consacrés déjà à l'étude de la Chimie industrielle; dans ces conditions, M. Beltzer devait tenter de faire autrement ou mieux. Or, si le nouvel ouvrage diffère des précédents, dans une certaine, quoique faible mesure, il ne leur est pas supérieur. Pourtant M. Beltzer, publiciste, technicien, ancien directeur d'usine, était bien qualifié pour l'écrire. L'imperfection ne viendrait-elle pas de ce qu'il est impossible de mener à bien la confection d'un Traité de Chimie industrielle de cette ampleur? N'est-ce pas ce qu'a compris Lunge, par exemple, un des maîtres de la Chimie industrielle, à qui l'on doit des traités classiques consacrés à certaines spécialités, mais qui, pour écrire un ouvrage d'ensemble (Analyse appliquée aux essais industriels), s'adjoignit de nombreux collaborateurs?

Si compétent que soit en effet l'auteur, il ne peut l'être également pour toutes les parties de la Chimie industrielle. Aussi devra-il, en certains points, se

[1] Voir la *Revue* des 15 mars 1906, 15 mars et 30 décembre 1908.

borner à compiler, et, si soigneusement que soit fait le travail, il est forcément incomplet et banal. M. Beltzer, par exemple, étudie la fabrication de SO^4H^2 par les procédés de contact d'après des travaux datant de quelques années; il en résulte qu'il ne mentionne pas d'autre catalyseurs que le platine, ce qui est tout à fait impardonnable.

L'inconvénient contraire est qu'un auteur accorde une importance exagérée à tel chapitre de sa spécialité. Ainsi, M. Garçon donne du mercerisage une monographie excellente, mais démesurée. Ainsi, M. Chabrié consacre vingt pages d'un de ses volumes à l'étude du rôle probable de la lécithine dans la calcification des cartilages et les phénomènes de nutrition; et le travail, peut-être parfait en soi, n'a aucun rapport avec l'objet de l'ouvrage. Ainsi, M. Beltzer consacre, par exemple, à la préparation électrolytique des solutions décolorantes d'hypochlorites et à la nomenclature des hydrosulfites commerciaux, une étude exagérée.

Enfin, un ouvrage embrassant une telle étendue de connaissances devrait être très longuement préparé, et, si M. Beltzer a des années d'études antérieures et d'expérience, il ne paraît pas avoir consacré grand temps à la préparation de son Traité. Non seulement le style en est critiquable, mais on rencontre souvent dans l'ouvrage des renvois bibliographiques à des travaux de valeur nulle, des citations de quelques brevets pris entre beaucoup d'autres d'importance égale, des reproductions *in extenso* d'articles parus précédemment et qu'il eût fallu tout au moins remanier : telle l'étude sur l'électrolyse de NaCl publiée déjà dans la *Revue générale de Chimie*. Très souvent, surtout dans les descriptions d'appareils, l'auteur étudie seulement tel système qui n'est peut-être ni le meilleur ni le plus généralement employé. Sans doute, M. Beltzer explique fort ingénieusement dans sa Préface qu'il s'est borné de parti pris aux choses jugées parfaites ou plus intéressantes, mais on peut trop facilement croire qu'il y a là d'abord une recherche du moindre effort (le constructeur donnant clichés, renseignements, notices) et peut-être aussi quelque préférence intéressée.

Ces quelques réserves faites, on ne peut méconnaître l'intérêt du nouveau Traité de Chimie industrielle; c'est le seul où l'on puisse trouver des documents sur les questions économiques : devis d'installation, prix de revient. Les plans d'usines sont très clairs et de valeur documentaire bien supérieure aux gravures de catalogues dont sont seulement illustrés la plupart des ouvrages de Technologie. Nous avons dit que certaines questions familières à l'auteur avaient été très bien — trop complètement — étudiées. Enfin, et nous ne saurions trop en féliciter M. Beltzer, on sent, dans le nouvel ouvrage, l'influence des idées développées par M. Le Chatelier dans la préface de ses « Leçons sur le carbone »; pas plus que la Chimie pure, la Technologie ne doit être seulement descriptive. M. Beltzer s'est efforcé de faire penser le lecteur et de le guider par des idées et des lois générales; il expose très simplement et très heureusement la loi des phases à propos de son application aux composés du chlore; il mentionne les travaux de Ramsay, de Lehmann, de Le Bon, toutes choses dont se désintéressent malheureusement trop la plupart des techniciens de Chimie industrielle.

C'est ce qui nous fait regretter que l'auteur n'ait pas plutôt consacré ses efforts à la rédaction de quelque monographie où il eût pu moins embrasser, mais mieux étreindre. Ce serait le seul moyen de pouvoir écrire un ouvrage de valeur répondant à ce que l'on a besoin de connaître en Chimie industrielle. H. Rousset.

Sidersky (D.), *Ingénieur-chimiste.* — **Polarisation et Saccharimétrie.** 2e *édition.* — 1 *vol. in*-16, *de* 168 *pages, avec* 40 *figures, de l'Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire. Gauthier-Villars. Paris,* 1909.

3° Sciences naturelles

Naudeau (Ludovic). — **Le Japon moderne, son évolution.** — 1 *vol. in*-18 *de* 404 *pages de la Bibliothèque de Philosophie scientifique.* (*Prix* : 3 *fr.* 50.) *Ernest Flammarion, éditeur. Paris,* 1909.

C'est en véritable psychologue que M. Ludovic Naudeau a étudié l'évolution moderne du Japon et l'influence que le succès heureux de la guerre avec la Russie a exercée sur le développement du pays et sur le caractère de ses habitants. Fait prisonnier après avoir passé près de quinze mois en Mandchourie, c'est avec des convois de vaincus qu'il entra au Japon; il fut laissé libre peu de temps après et y séjourna une année entière. Mêlé au peuple japonais et partageant sa vie, il chercha alors à en pénétrer l'âme intime, étude que les événements historiques rendaient à ce moment particulièrement intéressante. L'auteur a pu ainsi mettre en relief les traits les plus saillants du caractère des Japonais d'aujourd'hui et faire quelques pronostics sur leur avenir.

Il parle d'abord de la bravoure japonaise qui venait d'avoir une occasion de se montrer avec éclat, et montre comment les Japonais, sans être plus cruels que nous, admettent plus volontiers l'idée de donner la mort ou de la recevoir; il n'est pas non plus de pays où le suicide soit plus fréquent. L'auteur recherche et discute les causes pouvant expliquer cette indifférence des Japonais pour la mort. Aucun peuple ne pouvait être mieux préparé à se faire tuer pour une cause, et ce fut une frénésie patriotique qui vint, en 1903 et 1904, surexciter la bravoure japonaise.

Mais cette bravoure ne s'emploiera-t-elle toujours qu'à des fins nationalistes? L'auteur, examinant l'état social du Japon, montre que dans ce pays, caractérisé par l'indigence et la forte natalité et qui est accablé par des charges croissantes, la pénétration des idées révolutionnaires pourrait amener des perturbations que la bravoure japonaise rendrait effroyables.

M. Naudeau expose ensuite la situation de la femme au Japon. Elle est aujourd'hui ou ménagère étroitement asservie à son mari, ou courtisane; il n'y a pas de milieu. Mais le féminisme fait des progrès et tend à sortir la femme de sa misérable condition.

Enfin, l'auteur termine par quelques considérations sur l'avenir du Japon. Il constate que ce pays, épuisé par un effort trop considérable, a besoin de calme pour se reconstituer et qu'il est, de plus en plus, acculé à la nécessité de se créer des richesses. Il est peu probable qu'il puisse se lancer de longtemps dans une aventure belliqueuse. G. Regelsperger.

White (James), *Géographe du Gouvernement.* — **Atlas of Canada.** — 1 *vol. in-folio, avec* 83 *planches. Département de l'Intérieur, Ottawa* (*Canada*).

Id. — **Railway Map of the Dominion of Canada.** — 1 *carte en* 8 *feuilles de* 64 × 64 *cm. Département de l'Intérieur, Ottawa* (*Canada*).

Depuis quelques années, le Département de l'Intérieur du Canada a fait paraître une série de publications géographiques du plus haut intérêt. Parmi celles-ci, il faut signaler en premier lieu l'Atlas du Canada, préparé sous la direction de M. James White, géographe du Gouvernement.

Ce gros volume renferme, outre une partie introductive consacrée à des statistiques géographiques et démographiques, 83 planches en couleur. Il nous est impossible de les décrire toutes, mais nous voudrions signaler comme spécialement intéressantes au point de vue scientifique : la carte géologique, faisant ressortir l'énorme surface du pays qui est occupée par le noyau archéen; la carte des gisements de minéraux; la carte des forêts et celle qui indique les limites, septentrionales et dans quelques cas méridionales, des principales essences forestières; la carte des isothermes pour chaque mois de l'année, celle de la précipitation,

de la chute de neige et des isobares, établies d'après les observations du Service météorologique; celles des heures de soleil possibles en été et celles de la température, faisant en particulier bien ressortir l'effet favorable sur le climat, à l'est de l'Océan Atlantique et des grands lacs, et, à l'ouest, du courant du Japon; la carte des aborigènes du Canada, de l'Alaska et du Groenland et celle de l'origine des différents peuples qui ont colonisé le Canada; celle des routes des explorateurs, etc. — Au point de vue économique, il y a également de nombreux graphiques concernant la population, l'agriculture, les industries, le commerce, les ressources financières, le mouvement des bateaux et des chemins de fer.

L'exécution cartographique est très remarquable, et l'ensemble de l'Atlas fait le plus grand honneur à M. James White qui l'a conçu et en a dirigé la publication.

La grande carte des chemins de fer du Canada est également digne d'éloges. L'exploitation est entre les mains de 57 Compagnies, dont les lignes sont représentées par des couleurs autant que possibles différentes et pourvues d'ailleurs d'un numéro d'ordre. Les principales Compagnies sont : le Canadian Pacific Railway, dont le réseau atteignait 9276 milles en 1908, et dont la principale ligne va de Saint-John, sur l'Atlantique, à Vancouver, sur le Pacifique; le Grand Trunk and Grand Trunk Pacific Railway (3.704 milles), dont la principale ligne, encore en partie en construction, ira d'Halifax à Prince Rupert, dans le nord de la Colombie britannique; le Canadian Northern System (3.934 milles), dont le réseau principal part actuellement de Port-Arthur sur le Lac supérieur pour rayonner dans les provinces de Mannitoba, Saskatchewan et Alberta, où la colonisation agricole se développe rapidement; enfin les Canadian Government Railways (1.759 milles), dont le réseau couvre une partie des provinces orientales jusqu'à Montréal.

Outre les réseaux ferrés, la carte indique en détail le régime hydrographique, les divisions territoriales et un grand nombre de noms de villes. L. B.

Recueil de l'Institut botanique Leo Errera (Université de Bruxelles). *Tome III.* — 1 *vol. gr. in-8° de* 481 *pages, avec* 164 *figures et* 10 *planches.* (*Prix* : 25 *fr.*) *Lamertin, éditeur. Bruxelles,* 1909.

L'Institut botanique de Bruxelles continue rapidement la publication des volumes contenant les travaux anciens du laboratoire. Celui que nous présentons aujourd'hui contient un assez grand nombre de Mémoires datant de 1885 à 1898 et portant principalement sur les sujets suivants : Recherches diverses sur les Bactéries, les Myxomycètes, les Algues et les Champignons; études d'histologie et d'embryogénie; influence des facteurs externes sur le développement des organes, sur la karyokinèse et la division cellulaire; cicatrisation.

Dans le premier groupe de recherches, il convient de citer tout d'abord les importants travaux de Bactériologie agricole de E. Laurent. Cet auteur démontre qu'il n'y a pas d'organismes bactériens dans les tissus végétaux à l'état normal et que la propriété de produire de la diastase ou d'autres ferments solubles est aussi bien l'apanage de la cellule végétale que de la cellule microbienne; il étudie une bactérie qui intervient dans la fermentation panaire, le *Bacillus panificans*, capable, après la cuisson et en milieu insuffisamment acide, d'attaquer l'amidon et de le transformer en érythrodextrine, ce qui occasionne la production de pain visqueux; il élucide le rôle important joué par les bactéries du sol dans l'assimilation des composés humiques par les plantes vertes; il établit l'identité du *Cladosporium herbarum* avec diverses formes fongiques imparfaites : *Penicillium cladosporioides*, *Dematium pullulans* avec ou sans formes levures, diverses formes levures et *Fumago*; il montre que l'action de la lumière sur le Bacille rouge de Kiel amène sa décoloration et la constitution d'une variété incolore susceptible de se maintenir dans les conditions ordinaires. Enfin, un dernier travail de Laurent est consacré à ses intéressantes recherches sur le microbe des nodosités des Légumineuses; il constate que la formation des nodosités est consécutive à la pénétration du micro-organisme sous forme filamenteuse par l'intermédiaire des poils radicaux; à l'intérieur de la racine, le mycélium donne ensuite, par prolifération, une infinité de corpuscules, les bactéroïdes, riches en matières albuminoïdes qu'ils peuvent céder à la plante support.

De Wèvre étudie la biologie de quelques Champignons filamenteux : *Œdocephalum limetarium* Riess., *Œ. glomerulosum* Bull., *Rhopalomyces elegans* Corda, *Phycomyces nitens* Kunze, *Rhizopus nigricans* Ehrenb.

L. Errera établit l'identité avec le *Lecanora esculenta* d'une substance alimentaire appelée « Pain du ciel » par les Kurdes de Mésopotamie.

Clautriau émet quelques considérations sur les bactéries lumineuses, notamment sur le *Photobacterium phosphorescens*.

Nypels étudie la germination de quelques écidiospores; il constate, en particulier, que l'*Aecidium leucospermum* produit parfois des spores secondaires lors de la germination des écidiospores normales, mais il ne peut déceler la cause occasionnelle du phénomène.

Massart décrit un nouveau genre de Flagellates qu'il dédie à Clautriau, le genre *Clautriavia*, avec l'unique espèce *G. mobilis*.

Norbert Ensch examine, enfin, le développement de quelques Myxomycètes et la désorganisation de leur sporange.

Aux études histologiques se rattachent les recherches de de Wèvre sur l'anatomie des Broméliacées, de de Wildeman sur les sphères attractives dans quelques cellules végétales (*Funaria hygrometrica*, *Ceratodon purpureus*, *Bryum caespiticum*, *Spirogyra jugalis*, *S. nitida*, *Equisetum limosum*), de Errera sur un tronc de Hêtre à cœur rouge.

L'embryologie est représentée par plusieurs Mémoires importants, parmi lesquels on peut citer en première ligne celui de Massart sur la récapitulation et l'innovation en Histologie végétale. On sait que le principe de la récapitulation est celui-ci : le développement de l'individu présente en abrégé les diverses phases qu'a parcourues l'espèce dans le cours de son évolution : l'ontogénie résume la phylogénie. On a signalé chez les animaux de nombreux faits qui ont servi de base à ce principe; ils sont beaucoup moins connus chez les végétaux. Les très intéressantes observations de Massart le conduisent à admettre que, lorsque l'organogénie de la feuille récapitule la phylogénie, ce qui est très rare (*Eucalyptus*, *Achillea*, *Ptarmica*), la récapitulation porte sur des caractères provenant d'ascendants très peu éloignés. Dans tous les autres cas, l'organogénie de la feuille est directe : on n'observe pas la formation, même incomplète ou transitoire, d'organes ancestraux devenus inutiles et éliminés par la sélection naturelle; en outre, sous l'influence de cette sélection et de l'hérédité, l'ordre de fonctionnement des diverses parties de la feuille est déterminé par leur ordre de formation.

Massart signale ensuite de très curieuses fleurs anormales de *Corydalis solida* dont les pétales extérieurs sont munis de deux éperons.

Errera montre qu'un électro-aimant puissant n'a pas d'action appréciable sur la karyokinèse dans les poils staminaux du *Tradescantia virginica*.

La karyokinèse fait encore l'objet d'un intéressant travail de E. de Wildeman, qui examine l'influence de la température sur la marche et la durée du phénomène. Il constate l'existence d'un optimum de température, variable avec les espèces; la lumière, au contraire, n'a aucune action directe.

La cicatrisation des tissus végétaux est enfin étudiée par Massart et de Wildeman. Le premier auteur trouve que, chez les Phéophycées et les Floridées, le processus cicatriciel suit, dans ses grandes lignes, la même marche

que chez les Phanérogames. La segmentation cellulaire réparatrice, dans ces dernières plantes, est amitosique et fait suite à une excitation émise par la surface lésée. Quant à l'excitation « phellagogue », elle est probablement déterminée par la transpiration contre laquelle réagissent les cellules externes en subérisant leurs membranes.

De Wildeman s'occupe spécialement des phénomènes de réparation chez les Algues filamenteuses; il est conduit à formuler cette règle : « Toutes les cellules des Algues filamenteuses sont capables, après blessure et mort d'une de leurs voisines, de donner naissance à d'autres cellules et de régénérer par suite les portions détruites du thalle. »

On voit, par ce très bref résumé, que les nombreux travaux contenus dans ce Tome ne le cèdent en rien à leurs devanciers par l'importance des résultats acquis.

L. Lutz,
Professeur agrégé
à l'Ecole supérieure de Pharmacie de Paris.

Bohn (Dr Georges). — **La naissance de l'Intelligence.** — 1 *vol. de* 350 *pages, illustré de* 40 *figures, de la Bibliothèque de Philosophie scientifique.* (*Prix* : 3 fr. 50.) *Flammarion, éditeur. Paris,* 1909.

Dans ce livre, M. Bohn a entrepris de tracer un tableau d'ensemble des résultats récemment acquis sur la psychologie comparée des animaux inférieurs, sujet difficile, dans lequel il s'est spécialisé depuis plusieurs années, et qu'il a enrichi d'observations intéressantes et originales. Pendant longtemps, à l'exemple des Anciens et de Montaigne, on attribua aux animaux nos pensées et nos sentiments, nos vertus et nos vices : c'est l'anthropomorphisme, auquel s'oppose la doctrine de l'automatisme, issue de Descartes, qui fait des animaux, au contraire, de pures machines, des automates construits d'une certaine façon, et aux réactions immuables. Lamarck eut l'intuition géniale de la conception moderne, qui a trouvé en Loeb son expression la plus parfaite; c'est ce dernier qui a orienté définitivement l'analyse psychologique vers une voie nouvelle, en définissant les tropismes, la sensibilité différentielle et les phénomènes associatifs : réactions de l'être aux forces du milieu extérieur, dont on peut étudier l'action qualitative et quantitative, en éliminant, en tant que causes productrices des mouvements des animaux, les concepts d'instinct et de volonté. L'œuvre de Loeb a été le point de départ de deux mouvements contraires : l'un, purement mécaniste, celui de l'Ecole allemande (Bethe, Ziegler, Nuel, etc.); l'autre, à légère tendance vitaliste, rendu célèbre par la théorie des essais et des erreurs de Jennings; M. Bohn, à l'exemple de son regretté maître Giard, étudie surtout la psychologie d'un animal dans le milieu même qu'il habite naturellement (méthode éthologique); il cherche à comprendre le déterminisme de ses actions par une analyse serrée, aidée par des expériences calquées sur celles qui se trouvent effectuées dans la Nature, et il retrouve, combinées et modifiées de façons variées, les modes de réactions mis en lumière par le génie de Loeb.

Les *tropismes* sont des mouvements automatiques et irrésistibles dans lesquels la volonté et les sentiments de l'animal ne sont pour rien, qui ont pour effet d'orienter l'organisme suivant la direction de l'excitant, assurant ainsi son équilibre (phototropisme négatif ou positif, réaction à la lumière; géotropisme, réponse à la gravitation; chimiotropisme, réponse à des excitations chimiques; etc.). Les criteriums des tropismes sont : 1° la composition géométrique des attractions, par exemple lumière, amenant un égal éclairement des deux moitiés du corps; 2° les mouvements de manège produits par l'excitation unilatérale, après suppression d'un des organes récepteurs pairs, yeux ou antennes. Enfin, les tropismes peuvent présenter des variations d'intensité liées aux variations de l'état de la matière vivante (par exemple teneur en eau), et alors s'annuler ou bien changer de signe; ils sont influencés par les périodicités vitales (rythmes de marée, rythmes nycthéméraux), si bien qu'une *Convoluta*, une Littorine, présentent en aquarium, pendant quelques jours au moins, les réactions tropiques qui, à l'état de nature, sont réglées par les mouvements de la marée.

Les réactions du type de la *sensibilité différentielle* sont des mouvements en réponse à des variations plus ou moins brusques du milieu extérieur : lumière, gravitation, changements chimiques, etc.; ce sont des arrêts, des reculs, des rotations, produisant l'accumulation des animaux dans certaines régions du milieu où ils se déplacent, régions qui se comportent comme des pièges; les combinaisons complexes des impulsions motrices, tropiques et de sensibilité différentielle, variant suivant les circonstances ambiantes, expliquent l'apparente spontanéité des mouvements des animaux, mais l'analyse conduit à rejeter absolument l'intervention de volonté.

Il peut arriver qu'à des associations déterminées de certains stimulants correspondent des séries déterminées de mouvements; l'animal n'obéit plus directement aux forces du milieu extérieur, mais bien à des états spéciaux du système de coordination motrice (système nerveux); il y a alors *associations de sensations, mémoire associative*, et on est alors sur le terrain du psychisme. On constate expérimentalement (méthode du labyrinthe, boîtes avec ouverture de sortie, etc.) que les animaux à système nerveux bien développé et à organes des sens perfectionnés, tels les Arthropodes et les Vertébrés, sont capables d'acquérir des habitudes individuelles; il y a, dans le système nerveux, association entre les impressions actuelles dans divers points de la surface du corps et des impressions passées. Quand l'habitude est établie, un seul stimulus prédominant (stimulus ecphorique de Semon) peut déterminer la suite des actes qui étaient autrefois provoqués par le complexe de sensations, ce qui produit une simplification des phénomènes associatifs complexes, et simule, comme dans l'attraction des Insectes par les fleurs, une sorte de faux tropisme, qui paraît provoquée par une seule force du milieu extérieur.

Lorsqu'il s'établit un système nerveux très perfectionné, comme chez l'Abeille, la Fourmi, les Céphalopodes et surtout les Vertébrés, l'appareil enregistreur des sensations, jusque-là imparfait, garde désormais des empreintes durables; il permet la formation d'une multitude d'associations diverses et compliquées, qui finissent par jouer un grand rôle dans l'activité encore toute mécanique des animaux, en diminuant la part du pur automatisme. Ce n'est pas encore, peut-être, de l'intelligence, c'est-à-dire la faculté de former des conceptions par abstraction et d'en tirer des conclusions, mais c'est au moins un terrain favorable à la naissance de l'intelligence, apanage des seuls animaux supérieurs.

Enfin, une dernière révolution psychique est marquée par l'apparition de l'Homme sur la Terre; il apparaît avec un cerveau hypertrophié, dont la pensée va dominer le monde, et il y a un hiatus, jusqu'ici infranchissable, entre son intelligence et l'intelligence des animaux.

On voit que M. Bohn s'est efforcé, souvent avec bonheur, de débrouiller l'origine et le mécanisme des phénomènes qui paraissent au premier abord échapper à l'analyse par leur complexité; il ne veut pas se servir du mot instinct, qu'il regarde, peut-être avec raison, comme une étiquette imprécise qui a été appliquée à des phénomènes aussi différents que les tropismes, les réactions différentielles, les rythmes vitaux, le pouvoir associatif; les instincts, au sens habituel du mot, seraient des phénomènes associatifs transformés en habitudes par la constance des sensations, et qui se transmettraient ensuite par hérédité; visiblement, il comprend cette hérédité comme celle d'un caractère acquis, ce qui a tous les avantages, mais

aussi tous les inconvénients des interprétations lamarckiennes. J'aurais aimé à lui voir serrer de près cette conception, qu'il indique en passant, et qui me paraît susceptible de graves critiques. Mais, comme il le dit dans son Introduction, il s'agit encore plus, dans l'état actuel de la Psychologie comparée, de démolir que de reconstruire ; c'est déjà beaucoup que d'avoir substitué, au verbalisme qui a tant sévi, des notions solides, expérimentales, comme celles que résume M. Bohn dans cet excellent livre ; le reste viendra en son temps.

L. Cuénot,
Professeur à la Faculté des Sciences de Nancy.

4° Sciences médicales

Marfan (A.-B.), *Agrégé à la Faculté de Médecine de Paris*; **Andérodias** (J.), *Agrégé à la Faculté de Médecine de Bordeaux*; **Cruchet** (R.), *Agrégé à la Faculté de Médecine de Bordeaux*. — **La Pratique des Maladies des Enfants.** *Tome I.* **Introduction à la Médecine des Enfants.** — *1 vol. in-8° de 480 pages, 81 figures. (Prix : 10 fr.). J.-B. Baillière et fils, éditeurs. Paris*, 1909.

Le présent volume est le premier tome d'un important ouvrage de Pédiatrie, consacré à la « Pratique des Maladies des Enfants ». Vingt-cinq collaborations, demandées aux spécialistes les plus notoires des Ecoles de Paris, Lyon, Bordeaux, Nancy, Toulouse, Montpellier, Genève et Bruxelles, ont été groupées par M. René Cruchet. A chacun d'eux a été dévolue une des parties de l'ouvrage. Les considérations par lesquelles s'ouvre le volume, les généralités sur l'enfance, ses périodes et ses maladies, ont été justement attribuées à l'un des maîtres, qui, par l'ampleur et la sagesse de ses conceptions doctrinales et sa perspicacité clinique, était bien choisi pour jeter sur l'œuvre un prestige réel et immédiat. Cette première partie est, en effet, signée par M. Marfan.

C'est d'abord l'exposé des caractères généraux de l'enfance. La croissance domine cette période de la vie. Elle est soumise aux lois héréditaires. Elle est influencée par des causes telles que les conditions extérieures, le régime, les maladies. Pendant la croissance, l'assimilation l'emporte sur la désassimilation. Toutes deux sont extrêmement actives. Un des corollaires de ce principe est la suractivité de la circulation sanguine et lymphatique. La croissance des divers organes ne suit pas une marche égale pour tous : c'est pourquoi, chez l'enfant, certains organes sont déjà parfaits, alors que d'autres sont loin d'être développés. En outre, la croissance procède, pour ainsi dire, par poussées : le rythme de la croissance n'est pas régulier.

Toutes les réactions organiques vis-à-vis des causes morbides se font chez l'enfant de la même manière que chez l'adulte ; mais les processus diffèrent beaucoup, suivant l'âge, d'intensité et de forme. Certaines affections sont plus fréquentes dans l'enfance que dans les autres périodes de la vie ; et même les aptitudes morbides varient aux diverses phases de la croissance. D'où la nécessité de diviser l'enfance : première enfance, de la naissance à deux ans inclus ; — deuxième enfance, de deux ans à six ans inclus ; — troisième enfance de sept ans à la puberté, quatorze ans inclus. Il ne faut pas prendre ces repères d'une façon absolue : ils n'ont de valeur que pour les grandes moyennes.

M. Marfan étudie ces trois périodes. Il montre l'influence des maladies des procréateurs sur le nouveau-né ; celle des actes de la parturition, d'ordre obstétrical. Le nourrisson subit des infections diverses : les unes spécifiques, qu'il prend par contagion ; les autres non spécifiques, qu'il prend par une atténuation de sa résistance naturelle, ou par un excès de virulence de l'agent pathogène. Les premières sont rares dans la première enfance, parce qu'en général la contagion n'est pas réalisée. Les secondes sont communes, parce qu'après la naissance, l'enfant élimine très vite les substances immunisantes qu'il puisait chez sa mère et parce que la porte d'entrée la plus commune des infections, le tube digestif, est dans un état d'infériorité pour tout ce qui n'est pas le lait puisé directement à la mamelle. M. Marfan indique, à ce propos, tous les dangers de l'allaitement artificiel et son retentissement sur la nutrition générale. Les voies respiratoires et la peau sont assez mal défendues chez le nourrisson : ce sont encore là d'importants sujets d'infection.

L'évolution des maladies aiguës est caractérisée dans la première enfance par l'intensité et la diffusion des réactions morbides, la participation fréquente du système lymphatique, la fréquence et la gravité des septicémies, et aussi par une grande rapidité de réparation. Les maladies chroniques, au contraire, y sont remarquables par leur latence, la faiblesse de leurs réactions et l'absence de réparation. Le rachitique en offre l'exemple le plus démonstratif. M. Marfan donne comme caractéristiques les réactions spéciales des organes hématopoiétiques : la moelle osseuse, d'abord siège d'une suractivité défensive intense, devient bientôt insuffisante, et les déformations apparaissent.

Dans la deuxième enfance, les deux conditions qui modifient la pathologie sont le régime, où le lait est progressivement remplacé par d'autres substances alimentaires, et le développement actif du système nerveux. En outre, c'est la période par excellence des maladies contagieuses aiguës.

La troisième enfance se divise en diverses phases que M. Marfan distingue en : phase de croissance lente ou d'initiation scolaire ; — phase prépubère, où la taille s'accroît brusquement et rapidement, et où la désharmonie du développement peut s'observer ; — enfin la puberté. Une des conclusions importantes de cette partie de l'ouvrage, c'est la nécessité d'enseigner spécialement la pathologie infantile et l'intérêt majeur que doit prendre la médecine infantile dans les préoccupations du praticien. Soigner les enfants comme de petits adultes, c'est un contre-sens aisément prouvé par M. Marfan.

Nouveau-né et nourrisson, tel est le sujet traité dans ses détails pratiques par M. J. Andérodias. Il étudie d'abord le nouveau-né à terme, ses conditions anatomiques et physiologiques. Puis il en expose l'hygiène, en commençant par la première intervention médicale qu'il doit subir, la ligature du cordon ombilical. Minutieusement, il décrit ce qu'on doit faire et comment il faut le faire : toilette des yeux, lavage, pesage, emmaillotage, couchage, promenade, etc. Les maladies ou accidents qui surviennent au début de la vie sont traités avec soin : mort apparente, céphalématome, paralysies obstétricales, fractures, infections transplacentaires ou d'origine amniotique et vulvo-vaginale, infections après la naissance, hémorragies, ictères et sclérème. M. Andérodias passe ensuite à l'étude détaillée du développement, de l'hygiène et de l'alimentation du nourrisson. Il insiste sur les précautions à prendre dans l'allaitement artificiel et le sevrage. Une part importante de son travail concerne les prématurés, ces enfants nés avant terme dans des conditions de débilité et de fragilité quelquefois extrêmes, et qu'on parvient par des soins incessants à faire vivre et prospérer.

M. Cruchet prend l'enfant à l'âge de deux ans et le conduit jusqu'à la puberté. A l'étude de la croissance physique il a joint celle du développement psychique, avec l'exposé des méthodes préconisées par M. A. Binet, puis celle de l'hygiène et de l'éducation générale. La puberté est traitée sur le même plan. Divers tableaux démonstratifs concentrent de nombreux renseignements et présentent d'utiles comparaisons.

Cette analyse, insuffisante pour faire apprécier un Traité aussi général, aura atteint son but si elle a pu attirer l'attention sur un excellent ouvrage de Pédiatrie, qui, malgré son caractère scientifique, reste néanmoins à la portée de tous les esprits cultivés qui s'intéressent à l'éducation de l'enfant.

Dr A. Létienne.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 13 Septembre 1909.

1° Sciences mathématiques. — M. **N. Saltykow** présente une nouvelle solution simple du problème de Sophus Lie. — M. **Drzewiecki** donne une série de formules permettant aux constructeurs d'établir facilement et sans tâtonnements des hélices aériennes normales, d'un rendement déterminé. — M. **H. Deslandres**, poursuivant l'étude des mouvements de l'atmosphère solaire supérieure au-dessus et autour des facules, a constaté l'existence de tourbillons cellulaires dans le Soleil; les vapeurs qui s'élèvent, et qui, en s'élevant, se détendent et se refroidissent, correspondent aux parties sombres des images; les vapeurs qui s'abaissent sont, au contraire, comprimées et plus lumineuses.

2° Sciences physiques. — M. **A. Bouquet de la Grye** propose d'ajouter aux données actuelles du Bulletin du Service météorologique les observations de l'état thermométrique de la mer, prises tous les huit ou quinze jours, les variations de l'état thermique de la mer ayant une grande influence sur la température de l'air. — M. **P. Pascal** a étudié le rôle magnétique de l'oxygène dans les composés organiques : relié à deux atomes différents, il est diamagnétique en combinaison; doublement lié à un atome de C, il est paramagnétique. — M. **P. Lemoult** propose l'emploi de la bombe calorimétrique pour la combustion des corps phosphorés en vue du dosage du phosphore, à condition d'éviter l'emploi des capsules en métal et de les remplacer par des capsules de porcelaine consolidées, garnies intérieurement d'azotate fondu.

3° Sciences naturelles. — M. **H. Piéron** a établi la loi d'évanouissement, en fonction du temps, des traces mnémoniques chez la Limnée. Elle est voisine de la loi de l'oubli chez l'homme, établie par Ebbinghaus. — MM. **A. Laveran** et **A. Pettit** ont constaté que le sang de certains Vertébrés inférieurs (triton, grenouille, anguille) contient des substances trypanolytiques assez actives. — M. **A. Massaglia** a reconnu que la défense de l'organisme de certains Vertébrés à sang froid contre le trypanosome du surra n'est pas due à la phagocytose, mais plutôt aux propriétés trypanolytiques de leur sang.

Séance du 20 Septembre 1909.

1° Sciences mathématiques. — M. **J. Comas Sola** indique une formule nouvelle pour le calcul de la profondeur des hypocentres sismiques, qui s'applique aux sismes sévères distants au plus de 500 kilomètres. — M. **A. Angot** présente une carte de l'intensité de la première secousse du tremblement de terre du 11 juin 1909. Les courbes isosistes présentent de grandes irrégularités en rapport avec la structure géologique; les mouvements ont montré une tendance remarquable à se propager au loin par les vallées. — MM. **H. Deslandres** et **L. d'Azambuja** ont étudié les images monochromatiques multiples du Soleil données par les raies larges du spectre; ils ont reconnu les couches successives du fer, du calcium et de l'hydrogène, en particulier les couches supérieures, qui sont les plus difficiles à dégager.

2° Sciences physiques. — MM. **H. Alliot** et **G. Gimel** ont constaté que l'addition d'hypochlorite de chaux (40 à 60 grammes par hectolitre d'eau) assure, en vue du lavage des pommes à cidre, la purification d'eaux douteuses au point de vue bactérien. Le jus des fruits ainsi traités subit une défécation énergique et se clarifie rapidement. La coagulation des matières pectiques se fait bien; les diastases sont éliminées par la précipitation. L'hypochlorite de chaux a une action élective favorable sur le *Saccharomyces mali* et nuisible à l'égard des anaérobies.

3° Sciences naturelles. — M. **A. Lauby** montre que c'est grâce à la présence de sources minérales dans les lacs anciens qu'on observe, dans les sédiments déposés par les eaux douces aux diverses époques géologiques, des formes de Diatomées à facies saumâtre ou marin, la présence de minéralisateurs modifiant la striation et la forme des Diatomées d'eau douce. — M. **A. Thiroux** a constaté que le sérum de mouton normal exerce une action préventive sur l'infection de la souris par le *Trypanosoma Duttoni*.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

Séance du 24 Juin 1909.

M. **J. H. Poynting** : *Sur la pression perpendiculaire aux plans de cisaillement dans les cisaillements purs finis, et sur l'allongement des fils chargés quand ils sont tordus.* Antérieurement, l'auteur a analysé les tensions dans un cisaillement pur et montré que, si ε est l'angle de cisaillement et n la rigidité, il existe une pression $\varepsilon^2 n$ perpendiculaire aux plans de cisaillement. Il pense aujourd'hui que cette analyse est fautive en ceci que les diagonales du rhombe dans lequel un carré est cisaillé ne sont pas les lignes de plus grande élongation ou contraction et ne sont pas à angle droit après le cisaillement, quand on tient compte des quantités de second ordre, c'est-à-dire de l'ordre de ε^2. L'auteur donne une nouvelle analyse plus correcte; quoiqu'elle ne donne pas de résultat définitif, elle laisse ouverte la question de l'existence d'une pression longitudinale. Cette question paraît être résolue affirmativement par quelques expériences décrites ensuite, dans lesquelles des fils chargés s'allongent, quand on les tord, d'une petite quantité proportionnelle au carré de la torsion. — Le même auteur étudie le mouvement ondulatoire d'un arbre en rotation et en tire un rapprochement avec le moment angulaire dans un faisceau de lumière polarisée circulairement. — MM. **B. D. Steele** et **K. Grant** : *Micro-balances sensibles et nouvelle méthode pour peser de faibles quantités.* Les auteurs décrivent deux nouveaux types de micro-balances. Le fléau, dont le poids ne dépasse pas un demi-gramme, est constitué par des barreaux de quartz fondu de 0,6 millimètres de diamètre; les tranchants de couteaux ordinaires sont remplacés par des paires de pointes très fines taillées à l'extrémité de barreaux de quartz; la paire centrale repose sur un plan poli de cristal de quartz; le pointeur ordinaire est remplacé par un petit miroir de verre concave attaché en ligne avec l'axe central. La méthode de pesée est tout à fait nouvelle. On emploie comme contrepoids un tube de quartz d'un volume exactement connu, rempli d'air à une pression connue. La balance est placée dans une cage où l'on peut faire le vide; en faisant varier la pression dans cette cage, le poids de l'air contenu dans le tube variera de 0 (à la pression ordinaire) à son poids maximum (pour une pression nulle). Avec cette balance, on a pu mesurer des variations de poids à 4×10^{-9} gramme près et des poids absolus à 1×10^{-7} gramme près. — M. **H. A. Wilson** : *L'effet d'un champ magnétique sur la conductivité électrique de la flamme.* Ce mémoire contient un compte rendu de quelques expériences sur le changement dans la conductivité d'une flamme Bunsen produit par un champ magnétique. Le courant

à travers la flamme était horizontal et le champ magnétique était aussi horizontal, mais perpendiculaire au courant. Le rapport du gradient de potentiel dans la flamme au courant a été pris comme mesure de sa résistance. Les résultats indiquent que $\delta R/R = AH^2 + BH$, où H indique le champ magnétique, R la résistance et A et B sont des constantes. La rapidité des ions négatifs peut être calculée d'après le terme AH^2 : le résultat est 9.600 cm./sec. pour 1 volt par centimètre; ce résultat s'accorde avec ceux de M. E. Gold, obtenus par une méthode entièrement différente. Le terme BH est probablement dû au mouvement vers le haut des gaz de la flamme, mais sa valeur est environ cinquante fois plus grande que la valeur calculée d'après la théorie ionique. — M. **W. Wilson** : *L'absorption des rayons β homogènes par la matière, et sur la variation de l'absorption des rayons avec la vitesse.* Les expériences ont été entreprises dans le but de déterminer la manière dont varie le coefficient d'absorption des rayons β avec la vitesse. Le radium, qui émet des rayons dont les vitesses varient entre de très larges limites, a été employé comme source de rayons. On fait passer un faisceau de rayons du radium dans un champ magnétique, au moyen duquel des rayons approximativement homogènes peuvent être dirigés dans un électroscope. On peut déterminer les vitesses des rayons d'après la force du champ magnétique. L'auteur a interposé des écrans de métal de diverses épaisseurs sur le passage des rayons et il a trouvé que la loi d'absorption n'est pas exponentielle, mais approximativement linéaire, excepté pour de grandes épaisseurs de la matière absorbante. Le fait que les rayons β de l'uranium, de l'actinium, etc., sont absorbés par la matière d'après une loi exponentielle est une preuve, non de leur homogénéité, mais de leur hétérogénéité. On peut réunir des groupes de rayons qui représentent les propriétés de ces rayons quant à l'absorption. D'autres expériences ont été entreprises sur le changement de vitesse des rayons après avoir passé à travers une substance absorbante, et l'auteur a trouvé que la vitesse des rayons, contrairement à l'idée exprimée par H. W. Schmidt, est réduite d'une façon appréciable lorsqu'ils pénètrent la matière. La loi d'absorption des particules β lorsqu'on les mesure par la méthode d'ionisation comprend un nombre considérable de facteurs, et, comme on peut s'y attendre, on n'a pu trouver de rapport simple entre l'absorption des rayons et leur vitesse. — M. **G. W. Todd** a déterminé les *conductibilités thermiques de l'air et d'autres gaz à la pression atmosphérique.* Il a observé le flux uniforme de chaleur entre deux plaques métalliques circulaires horizontales maintenues à des températures différentes, la supérieure chaude fixe, l'inférieure froide mobile. Les températures des plaques étant maintenues constantes, la quantité de chaleur passant par seconde de la supérieure à l'inférieure, quand leur distance est x, est donnée par la formule $Q = K/x + R + Ex$, où la constante K est proportionnelle à la conductivité thermique, R est la chaleur radiée et Ex est l'effet dû au bord. Ce dernier est négligeable quand x est petit relativement au rayon des plaques. Alors, la relation entre Q et $1/x$ est une ligne droite, dont l'inclinaison donne K, d'où l'on déduit la conductibilité. Les valeurs obtenues sont indépendantes de la nature de la surface des plaques et de la dimension de ces dernières, ce qui montre que les courants de convection étaient absents ou négligeables dans les expériences. — M. **A. Fowler** a étudié *le spectre de l'hydrure de magnésium.* Il se compose de lignes à courts intervalles dans toutes les parties du spectre depuis l'extrême rouge jusqu'à λ 2.300 et de groupes définis de cannelures commençant à 5.621,57, 5.211,11, 4.844,92, 4.371,2 et près de 2.430. Douze des séries de lignes qui composent la bande verte ont été tracées; aucune des formules connues ne permet de représenter toutes ces séries d'une façon exacte. Les auteurs confirment la présence d'hydrure de magnésium dans le spectre des taches solaires; cette présence tend à montrer que les taches sont des régions de température réduite. — M. **G. T. Beilby** présente ses recherches sur *l'écoulement superficiel dans la calcite.* La surface polie d'un plan de clivage de la calcite, sous une forte illumination oblique, ne présente aucune trace des graves perturbations que lui a fait subir l'opération du polissage. L'enlèvement graduel des couches superficielles par un solvant révèle, au contraire, la nature et l'étendue de ces modifications, qui consistent dans un labourage et une rupture des lamelles jusqu'à une profondeur de 500 à 1.000 μμ. La substance qui a été mise en mouvement et qui s'est resolidifiée est d'abord attaquée par le solvant. La couche superficielle formée par le polissage est plus dure que la surface cristalline inaltérée, et elle est également dure dans toutes les directions, à l'inverse de la surface naturelle. La nouvelle surface forme une couche protectrice sur la face cristalline, mais elle n'empêche pas la croissance parallèle de cristaux de nitrate de soude sur la surface polie. — MM. **A. Harden** et **W. J. Young** : *Le ferment alcoolique du suc de levure. IV : La fermentation du glucose, du mannose et du fructose par le suc de levure.* 1° Le mannose se comporte vis-à-vis du suc de levure, à la fois en présence et en l'absence de phosphates, substantiellement de la même manière que le glucose; 2° Le fructose ressemble au glucose et au mannose; mais, en présence de phosphate, il fermente beaucoup plus rapidement que ces sucres, et la concentration optimum du phosphate est beaucoup plus élevée; 3° Le fructose a la propriété de produire une fermentation rapide en présence du suc de levure dans les solutions de glucose et de mannose contenant un tel excès de phosphate que la fermentation a lieu très lentement. Le glucose et le mannose ne possèdent pas une propriété semblable. Ces propriétés du fructose indiquent que ce sucre, lorsqu'il est ajouté au suc de levure, n'agit pas simplement comme un substratum apte à être fermenté, mais possède quelque rapport spécifique avec le complexe de fermentation. Tous les faits se tiennent si l'on suppose que le fructose forme actuellement une partie du complexe fermentatif. Lorsque la concentration de ce sucre s'accroît, une plus grande quantité du complexe se forme, et comme résultat de cet accroissement dans la concentration de l'agent catalytique actif, le suc devient capable de produire la réaction avec le sucre en présence de phosphate à un degré plus élevé, et en même temps la concentration optimum du phosphate devient plus grande, exactement comme on l'a observé. — M. **J. C. Ewart** : *Les ancêtres possibles des chevaux domestiques actuels.* I. Plusieurs théories ont été émises à ce sujet. Pour élucider le problème, l'auteur a examiné le crâne, les dents et les os des jambes de chevaux trouvés dans des camps romains et aux environs des habitations sur pilotis, et il a constaté que les chevaux domestiques ont appartenu, à l'origine, à des types différents dont il décrit cinq, caractérisés par les dimensions des molaires. Les ancêtres possibles des variétés dont les molaires ont des piliers courts sont l'*Equus sivalensis* des dépôts pliocènes de l'Inde, l'*E. stenonis* des dépôts pliocènes de l'Europe et de l'Afrique du Nord, et une nouvelle espèce, l'*E. gracilis.* — M. **J. H. Orton** signale l'*existence de l'hermaphroditisme protandrique chez le Crepidula fornicata.* Le *Crepidula fornicata* est un Gastropode streptoneure de la famille des Calyptréidées. Les individus de cette espèce s'associent d'une façon permanente en séries linéaires formant chaînes, composées de deux à douze individus. L'auteur a trouvé que les individus situés aux extrémités attachées des chaînes sont toujours des femelles; ceux qui se présentent près des bouts libres sont des mâles, tandis que les individus placés au milieu possèdent les caractères sexuels secondaires des deux sexes, avec des intermédiaires vers les mâles d'un côté, vers les femelles de l'autre. Les jeunes sont toujours des mâles; il ne paraît pas douteux que les individus commencent tous leur vie comme mâles et se transforment gra-

duellement en femelles au cours de leur évolution. — M. G. H. **Drew** a étudié *la reproduction et le commencement du développement du Laminaria digitata et du L. saccharina.* Les aires reproductives se présentent sous forme de taches sombres sur les lames et consistent en gamétanges englobés parmi des paraphyses, contenant de petits gamètes sphériques et des globules huileux. Mûrs, les gamétanges se rompent et les gamètes libres développent deux flagelles de longueur différente. Dans certaines cultures, on a observé des stades de conjugaison isogamique, avec formation d'une zygospore sphérique. Ensuite un prolongement se forme sur la zygospore; le contenu de la cellule y passe et il se sépare par une paroi du reste de la zygospore qui dégénère. La cellule formée développe des chloroplastes, s'augmente et se divise en produisant une chaîne de cellules, qui, par division répétée et rupture des parois extérieures des cellules, donne naissance à la laminaire. — MM. G. H. F. **Nuttall** et S. **Hadwen** ont découvert un *remède contre la piroplasmose du chien* (jaunisse maligne) *et celle du bétail.* Le « trypanblau » et le « trypanrot » exercent un effet direct sur les parasites de ces affections : les parasites piriformes disparaissent rapidement du sang après une injection sous-cutanée de solution saturée du colorant; ils réapparaissent quelquefois, pour disparaître tout à fait après une nouvelle injection. La plupart des chiens traités ont guéri complètement, tandis que les chiens témoins succombaient. — M. R. T. **Hewlett** a étudié *l'effet de l'injection des constituants intra-cellulaires des bactéries* (*endotoxines bactériennes*) *sur l'action opsonisante du sérum des lapins sains.* L'endotoxine typhique produit d'abord une diminution de l'indice opsonique, puis une élévation jusqu'à un maximum le troisième jour, suivie d'une nouvelle diminution. L'endotoxine staphylococcique produit d'abord une élévation de l'indice opsonique, suivie d'une chute considérable. L'endotoxine tuberculeuse provoque généralement une élévation de l'indice, quelquefois précédée d'une diminution. — M. C. **Russ** : *Les réactions électriques de certaines bactéries appliquées à la recherche du bacille tuberculeux dans l'urine, au moyen d'un courant électrique.* Le but de ces expériences était de déterminer si les bactéries suspendues dans un électrolyte sont transportées pendant l'électrolyse à l'une ou l'autre des électrodes, dans le but de recouvrer les bactéries pathogènes d'un fluide pathologique. Durant l'électrolyse de certains sels dans lesquels des bactéries étaient en suspension, on s'est aperçu que les organismes émigraient vers une électrode; dans quelques cas, il n'y avait pas de migration. Il a été remarqué que l'effet se produit aussi bien avec des bactéries vivantes qu'avec des mortes. Pour utiliser ce mouvement bactérien, on a ajouté à l'urine tuberculeuse un électrolyte dans lequel des bacilles tuberculeux présentent une agrégation marquée à la cathode, et on a arrangé la cathode sous forme d'une trappe à bactéries. Après l'électrolyse, les bacilles tuberculeux pénètrent dans la trappe, qui est ensuite retirée, et les organismes sont reconnus sur une pellicule colorée préparée avec le contenu de la trappe. Une série d'urines ont été éprouvées de cette manière et dans chaque cas on a trouvé des bacilles tuberculeux dans la trappe. Dans l'expérience finale, l'auteur a ajouté à 100 centimètres cubes d'urine normale un certain nombre de bacilles tuberculeux (estimé à 500), et il a essayé de les découvrir par des recherches séparées, au moyen de la centrifugation et du courant. Par la centrifuge il n'en a trouvé aucun, tandis que par le courant il a retrouvé 128 bacilles.

Communications reçues pendant les vacances.

M. R. A. **Houston** : *Sur le mécanisme du spectre d'absorption des solutions.* Dans la théorie des électrons, la couleur des corps peut s'expliquer de trois façons, dont deux seulement permettent de prévoir l'existence de spectres d'absorption en solution. L'auteur étudie l'une d'elles, d'après laquelle les corps sont homogènes et les électrons qu'ils renferment exécutent des vibrations autour de leurs positions moyennes dans les molécules. Une bande d'absorption correspond alors à une oscillation principale de la molécule ou de tout autre système dont le spectre d'absorption est caractéristique. L'auteur, traitant la question mathématiquement, arrive à la relation suivante :

$$\frac{pe}{m} = 1{,}300\,\frac{\sqrt{K}}{c}\,\frac{(\lambda_1 - \lambda_0)}{\lambda_0^3},$$

où p est le nombre d'électrons par molécule de matière colorante appartenant à la bande d'absorption considérée, e leur charge en unités électrostatiques, m leur masse, c la concentration de la solution en gr.-mol. par litre, λ_1 et λ_0 les longueurs d'onde des bords de la bande. L'auteur a déterminé la valeur de pe/m pour un certain nombre de solutions, d'après les observations de bandes d'absorption faites par divers auteurs; voici quelques-uns des résultats obtenus :

	λ_0	λ_1	pe/m
	—	—	—
Fuchsine dans l'alcool	550	585	$1{,}8 \times 10^7$
— dans l'aniline	565	595	$1{,}7 \times 10^7$
Phloxine dans l'eau	515	560	$1{,}4 \times 10^7$
Bleu de méthylène dans l'eau	665	690	$5{,}4 \times 10^6$
— dans l'aniline	675	690	$7{,}7 \times 10^6$
Eosine dans l'eau	516	525	$9{,}2 \times 10^6$
— dans l'alcool	527	542	$2{,}3 \times 10^7$
Cyanine dans l'alcool	587	609	$5{,}8 \times 10^6$
— dans l'éther	597	628	$6{,}9 \times 10^4$
$CoCl^2$ dans l'eau	504	540	$2{,}5 \times 10^3$

Les valeurs pe/m obtenues pour les matières colorantes aniliques dissoutes dans l'eau, l'alcool ou le chloroforme sont très frappantes, puisque le rapport de la charge à la masse d'un électron est voisin de $1{,}8 \times 10^7$; on se trouve évidemment ici en face d'électrons. Quand le solvant est l'éther ou le benzène, les valeurs de pe/m sont beaucoup plus basses; le colorant est peut-être alors en solution colloïdale. Les valeurs obtenues pour les sels inorganiques suggèrent l'existence d'ions.

Le Directeur-Gérant : Louis Olivier.

Paris. — L. Maretheux, imprimeur, 1, rue Cassette.

20e ANNÉE N° 20 30 OCTOBRE 1909

Revue générale des Sciences pures et appliquées

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER, Docteur ès sciences.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. L. OLIVIER, 18, rue Chauveau-Lagarde, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et dans tous les pays étrangers y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Nécrologie

Anton Dohrn. — Anton Dohrn, décédé à Munich le 26 septembre 1909, à l'âge de soixante-huit ans, s'était fait une place considérable parmi les biologistes de son temps par des travaux personnels et surtout par la fondation de la Station Zoologique de Naples.

Né à Stettin et fils d'un entomologiste connu, il avait eu, dès l'enfance, le goût des Sciences naturelles. Il appartenait à la génération qui a débuté avec l'avènement du darwinisme, et, comme il eut, à Iéna, Haeckel parmi ses maîtres, il fut immédiatement au nombre de ceux qui cherchèrent à étayer la doctrine transformiste sur l'embryogénie des animaux marins.

Frappé ainsi des difficultés pratiques que rencontraient les zoologistes, obligés de se constituer de toutes pièces, en chaque occasion, un laboratoire forcément rudimentaire, il rêva de réaliser pour tous, au bord de la mer, un établissement où ils trouveraient, avec les matériaux d'étude, toutes les ressources de l'outillage, de la technique, de la bibliographie, etc., comme dans les centres universitaires les mieux pourvus. Après avoir hésité entre Messine et Naples, il choisit la dernière ville qui, à la richesse faunique de son golfe, joignait la précieuse attraction qu'elle exerce sur toutes les imaginations.

C'était à la veille de la guerre de 1870; le projet ne put aboutir qu'après la tourmente. Dohrn avait gagné à ce retard le prestige des victoires allemandes. Il eut cependant à triompher de difficultés considérables à Naples et dans son pays même. Mais il s'était lancé à corps perdu dans son entreprise, que ses amis considéraient comme une folie; il y avait engagé sa fortune personnelle, résolu, en cas d'échec, à aller se refaire une existence dans quelque pays neuf. La réussite fut rapide (la Station s'ouvrit en 1874) et brillante au delà de ce qu'on pouvait espérer. Et le mérite en revient aux qualités de Dohrn. Il joignait au goût de la science pure un sens pénétrant des difficultés pratiques. Au service de l'un et de l'autre, il mettait l'activité et la volonté autoritaire et méthodique de sa race.

La Station Zoologique de Naples, merveilleusement située, au bord de la mer, sur la Villa Nazionale, fut pourvue d'emblée de ressources considérables, grâce auxquelles Dohrn put offrir aux zoologistes des facilités exceptionnelles. Au rez-de-chaussée, un aquarium payant attirait la foule des touristes qui traversent Naples; au-dessus étaient les laboratoires proprement dits, qui eurent, dès le début, une clientèle internationale.

Dohrn, en effet, avait proposé aux divers Gouvernements (ou à des universités) de louer, pour leurs nationaux, des places de travail (moyennant 2.500 fr. par place et par an).

L'Allemagne a naturellement été toujours la principale commanditaire dans cette combinaison; mais presque tous les pays y ont participé. La France, toutefois, n'y a jamais eu de place régulière et c'est seulement dans ces dernières années et d'une façon occasionnelle que des zoologistes de notre pays ont travaillé à la Station de Naples.

Cette organisation, si heureusement conçue, n'a pas seulement assuré à l'œuvre de Dohrn la prospérité matérielle; elle marque une date, en ce que la Station de Naples a été le premier établissement tirant sa vitalité même du caractère international de la science. Nul autre laboratoire n'a été, au même degré, le rendez-vous permanent de savants de tous pays et de toutes écoles, venant travailler indépendamment, mais à côté les uns des autres; comme on l'a dit, elle a été une sorte de congrès permanent, à qui l'on ne peut refuser d'avoir exercé une influence silencieuse, mais réelle, sur l'évolution de la Zoologie depuis trente ans.

Il serait injuste de ne pas associer à ce succès les collaborateurs que Dohrn a su se choisir et dont plusieurs, ouvriers des premières heures, sont encore à leur poste. Je me bornerai ici à citer M. S. Lo Bianco, que tous les zoologistes connaissent et qui a fait un art de la conservation des organismes marins. Grâce à lui, la physionomie des vitrines des musées consacrées à la faune marine a été transformée.

La Station Zoologique de Naples était la vie même de Dohrn. Il y rapportait tout. Au fur et à mesure que sa prospérité augmentait, il élargissait son œuvre; il y a quatre ans, il doublait les bâtiments (qui ont maintenant 100 mètres de façade), en installant des laboratoires, magnifiquement outillés, pour l'expérimentation physiologique sur les animaux marins.

Si l'on considère le progrès général de la science, les facilités créées par la fondation et la vitalité d'une pareille institution valent une œuvre personnelle considérable.

Dohrn avait su, cependant, garder du temps pour ses propres recherches. Il laisse, en outre de diverses contributions à des questions de Zoologie marine, une série de Mémoires, échelonnés sur un espace de trente ans, et consacrés à l'étude embryologique de la région céphalique des Vertébrés. Il a cherché à en reconstituer la métamérie originelle, et son nom est un des principaux dans la phase moderne de ce vaste et si difficile problème, posé, il y a un siècle, par Gœthe, sous le nom de théorie vertébrale du crâne.

L'homme était ce que l'œuvre fait pressentir. Ce qui frappait surtout en lui, c'était la volonté tenace, parfois rude, constamment tendue vers le même objet; mais il y joignait une sollicitude très attentive pour ceux qui étaient ses hôtes à la Station. Il possédait une vaste culture, et en particulier un goût très vif pour la musique. Polyglotte et entouré d'une élite cosmopolite sans cesse renouvelée, fixé depuis près de quarante ans dans le sud de l'Italie, il était mieux placé que quiconque pour apprécier les qualités des divers peuples; mais il était resté (et il n'y a qu'à l'en louer) très attaché à son pays, qui d'ailleurs l'avait puissamment aidé, et, malgré sa fréquentation internationale, la Station Zoologique de Naples, propriété privée de Dohrn, est restée, sous sa direction, une institution allemande.

Les circonstances ont fait ainsi que la France s'est tenue à l'écart. Cette abstention, naturelle au début, a certainement trop duré. Il y eût eu, pour nos zoologistes, un profit certain à se mêler à un milieu aussi varié. Il a été fait beaucoup pour la Zoologie marine sur nos belles côtes de France. Lacaze-Duthiers, Giard et d'autres s'y sont dépensés avec talent, ténacité et désintéressement pour la science.

Loin de moi la pensée de rabaisser leur œuvre, contemporaine de celle de Dohrn; loin de moi aussi la pensée de détourner de nos laboratoires des ressources que la dispersion de nos efforts rend si maigres. Mais il y a toujours avantage à fréquenter où l'on peut apprendre, et ce n'est pas diminuer les nôtres que de savoir reconnaître les mérites de l'étranger. C'est pourquoi nous devons saluer en Dohrn, au moment où il disparaît, un homme qui, par son effort méthodique et ses rares qualités d'organisateur, a bien mérité de la science universelle.

Maurice Caullery,
Professeur à la Sorbonne.

§ 2. — Astronomie

Le retour de la comète de Halley. — On se souvient que, dans le numéro du 15 juin, la *Revue* a annoncé que la célèbre comète de Halley serait probablement découverte par la photographie dans le courant du mois de septembre. Cette prévision a été pleinement confirmée. Le retour de cette fameuse voyageuse sidérale a, en effet, été observé par l'habile astronome Max Wolf, de l'Observatoire de Heidelberg, sur un cliché pris le 12 septembre dernier, à 2 heures du matin, avec une heure d'exposition.

Depuis plusieurs semaines, le savant observateur photographiait, toutes les nuits où l'atmosphère le permettait, la région du ciel, comprise dans la constellation d'Orion, vers laquelle on espérait voir reparaître la comète. Déjà, le 28 août, il avait constaté, sur une photographie prise dans la nuit, la présence d'une légère nébulosité qui pouvait être la visiteuse attendue, et il avait signalé cette observation au bureau de Kiel. Il poursuivit son investigation les nuits suivantes, et les clichés obtenus dans la matinée du 12 septembre ne lui laissèrent plus aucun doute sur l'identité de l'apparition. C'était bien la comète de Halley, revenant vers le Soleil, après s'en être éloignée à une distance d'environ cinq milliards de kilomètres, et après avoir accompli une révolution de 74 années dans l'espace interplanétaire, autour du foyer solaire. Elle est apparue au nord-est de la constellation d'Orion, non loin de la position indiquée par la carte du *Bulletin de la Société Astronomique de France*. Elle se trouvait alors par

$$AR = 94^{\circ}33'; \quad \mathfrak{D} + 17^{\circ}11';$$

à une distance d'environ 522 millions de kilomètres de la Terre. Extrêmement faible, totalement invisible, même dans les plus puissants télescopes, son éclat ne surpasse guère celui d'un astre de 17e grandeur.

L'instrument qui a servi à la révéler est un télescope Foucault, de $2^{m},80$ de longueur focale, dont le miroir, construit par Zeiss, mesure $0^{m},72$ de diamètre.

Nous aurons l'occasion de reparler de cette intéressante comète, qui a joué un rôle si important dans l'histoire cométaire, et qui, pour la vingt-cinquième fois depuis l'an 12 avant notre ère, revient en vue de la Terre.

Son passage au périhélie est prévu pour le 13 avril, d'après les dernières éphémérides de Crommelin et Cowell.

Nous nous faisons un devoir de féliciter ici le savant professeur Max Wolf, auquel la science astronomique est déjà redevable d'importantes découvertes, notamment sur les comètes et les nébuleuses, et qui a contribué pour une si large part au perfectionnement et à l'organisation de l'Observatoire de Heidelberg; les principaux instruments en sont dus à la générosité de chaleureux amis de l'Astronomie, parmi lesquels nous devons citer deux femmes dévouées à la Science, Miss Bruce, des États-Unis, et Mme Weiss, de Heidelberg. Cet établissement est, d'ailleurs, l'un des mieux installés de l'Europe.

§ 3. — Électricité industrielle

Expériences relatives à un nouveau générateur d'oscillations à haute fréquence. — On sait que les moyens employés par M. Poulsen pour engendrer des vibrations non amorties se sont montrés incapables d'assurer un fonctionnement économique. D'autre part, en raison des fluctuations d'amplitude et de fréquence, la grande précision de syntonisation que prévoyait la théorie n'a pu être réalisée dans la pratique. En outre, les expériences de M. Wien au sujet de l'excitation dite « en choc » d'un circuit accouplé ont donné naissance à un formidable rival de la méthode des arcs voltaïques.

Le principe du transmetteur Wien est fondé sur le concours d'un éclateur primaire à grand amortissement avec un circuit secondaire, synchrone et faiblement amorti. Il élimine les fluctuations d'énergie vibratoire qui se produisent dans les conditions normales entre les circuits accouplés. Grâce à la réaction du circuit secondaire, la vibration primaire ne tarde pas, en effet, à s'éteindre, si bien qu'au moment où le circuit secondaire s'apprête à rendre au primaire l'énergie qu'il lui a empruntée, ce dernier se trouve déjà ouvert, dégagé de l'accouplage. Aussi le secondaire est-il libre de vibrer sans influence étrangère, avec sa période et son amortissement caractéristiques, et, comme ce dernier facteur peut être réduit beaucoup, ce procédé permet d'engendrer des vibrations faiblement amorties.

D'autre part, les récentes recherches de M. Steidel[1] sur le contact imparfait entre un disque tournant mouillé d'huile et un ressort appliqué contre lui, ont engagé M. W. Peukert, professeur à l'Ecole Polytechnique de Brunswick, à utiliser une disposition analogue pour la production de vibrations électriques, en lui ajoutant en parallèle un système composé d'une self-induction et d'une capacité. Pour assurer la constance d'énergie nécessaire pour les emplois pratiques, l'expérimentateur a tâché, dans des appareils de plus

[1] *Elektrot. Zeitschr.*, p. 679, 1905.

en plus perfectionnés, d'accroître la surface de l'électrode opposée au disque mouillé d'huile. L'appareil définitif se compose essentiellement de deux disques de fer plans et parallèles, susceptibles, l'un, de tourner sur l'axe commun, l'autre, de s'y déplacer en direction longitudinale. Le disque tournant, dont le contact avec la base est assuré par un balai, repose dans des paliers cylindrique et conique, de façon à être garanti contre les déplacements axiaux ; il est actionné par un électromoteur monté en bout d'axe. Un engrenage à roues dentées permet d'en rapprocher le disque fixe, en lisant sa distance sur une graduation. Un canal qui aboutit dans une ouverture de ce disque amène l'huile dans l'intervalle des disques; distribuée uniformément à la surface des électrodes, grâce à la force capillaire, cette huile les mouille d'une couche capillaire sans remplir l'intervalle.

Dans une thèse inaugurale[1] présentée pour l'obtention du grade de docteur-ingénieur, à l'Ecole Polytechnique de Brunswick, M. Adolphe Wasmus, sur le conseil de M. Peukert, étudie l'ensemble des phénomènes que présente ce dispositif.

En appliquant aux bornes de cet appareil (les disques au repos étant ajustés à environ $0^{mm},10$ de distance) la tension croissante d'une source de courant continu, l'on voit à environ 250 volts un transport d'électricité se produire sous la forme d'étincelles minuscules. Les grandes variations de résistance n'entraînent d'abord qu'une faible modification du courant, jusqu'à ce que, dans une région donnée, la tension tombe à une fraction de volt, en même temps que les étincelles nombreuses sont remplacées par une seule décharge se produisant sous la forme d'un arc voltaïque. En croissant ultérieurement l'intensité de courant ou en continuant, pendant un certain temps, l'action d'un courant donné, l'on voit cet arc disparaître, sans déterminer la cessation du passage d'électricité. La conduction présente alors tous les caractères de la conduction métallique. Pendant la rotation d'un des disques, la courbe caractéristique du circuit est bien plus élevée, et l'arc voltaïque, étiré par une lente rotation, se met, à son tour, à tourner avec un faible retard sur la rotation du disque. En accroissant la vitesse de rotation, on voit l'arc voltaïque se décomposer entièrement en un courant d'étincelles aux orbites disposées suivant un cercle. C'est dire que la rotation, avec une parfaite régularité, fait fonction d'interrupteur.

Les courbes caractéristiques de ces étincelles-arcs font voir une allure parfaitement identique à celle de l'arc voltaïque. Aussi ne doit-il pas exister de différence physique entre les deux phénomènes. En réglant le nombre de tours, l'on convertit à volonté l'arc voltaïque en étincelles électriques. La tension aux électrodes se montre dépendante aussi de la distance explosive. Le nombre de tours de l'électrode tournante n'exerce pas d'influence sensible sur la tension aux bornes.

Cette similitude frappante avec les arcs voltaïques ordinaires se maintient lorsque l'on insère, suivant la disposition de M. Steidel, un circuit vibratoire en parallèle avec l'éclateur. Un courant continu supérieur à 5 ampères — c'est-à-dire d'une énergie très faible — est toutefois indispensable pour produire avec cet appareil des vibrations non amorties; en dessous de cette limite, l'éclateur se comporte comme les générateurs de vibrations usuels.

Même dans le cas de l'accouplage le plus étroit entre les circuits primaire et secondaire, les ondes d'accouplage cessent de se produire, c'est-à-dire qu'il n'existe plus de réaction sensible; l'énergie communiquée au circuit secondaire s'accroît continuellement avec le degré d'accouplage.

Les propriétés grâce auxquelles les vibrations engendrées par cet appareil deviennent si éminemment appropriées pour les besoins de la télégraphie sans fil et des mesures électriques ne se présentent pas d'emblée dans le circuit vibratoire disposé en parallèle avec l'étincelle; ce n'est qu'en induisant une vibration dans le circuit secondaire à faible amortissement qu'on obtient une vibration fournissant une résonance extrêmement nette dont la période ne dépend que des constantes de ce circuit. L'énergie oscillante dans le circuit secondaire est parfaitement constante. Le rendement économique du générateur est déterminé par l'énergie qu'il permet de soustraire au circuit secondaire. Cette énergie augmente à mesure qu'on réduit la résistance additionnelle, jusqu'à un maximum de l'énergie de courant continu, après quoi elle se met à décroître. Elle augmente également avec la tension de charge jusqu'à environ 815 volts. A self-induction et tension de charge constantes, le rendement économique s'accroît avec la capacité jusqu'à un maximum, et il en est de même, à capacité et tension de charge constantes, pour les accroissements de la self-induction.

Grâce à sa sécurité de service et au minimum de surveillance qu'il nécessite, ce générateur d'ondes à haute fréquence trouvera de nombreuses applications, même en dehors de la télégraphie sans fil. Les écoles et les institutions de ressources limitées l'emploieront au lieu des bobines d'induction relativement chères; dans les laboratoires, il fournira un moyen fort commode et toujours prêt à servir pour exécuter les expériences de haute fréquence, et, dans la thérapeutique par vibrations à haute fréquence qui est en voie de formation, il sera particulièrement le bienvenu.

§ 4. — Chimie physique

Curieuse propriété des solutions cellulosiques. — Depuis le développement considérable de la fabrication des soies artificielles, l'on emploie industriellement diverses solutions de cellulose : collodions à base de nitro et d'acéto-celluloses, solutions cupro-ammoniacales et xantho-cellulosiques. Aussi a-t-il été fait, sur la préparation et la précipitation de ces solutions, un grand nombre de travaux intéressants, qui ont donné lieu à la prise de nombreux brevets. On peut constater à cette occasion, une fois de plus, que l'industrie a rendu à la science pure l'aide féconde qu'elle en avait reçue. Un des techniciens les plus autorisés en matière de technologie chimique des textiles, M. Francis Beltzer, a fait récemment, sur la précipitation des celluloses, les plus intéressantes remarques, de nature, non seulement à donner naissance à de nouvelles applications industrielles, mais peut-être à changer les opinions admises sur la nature des phénomènes de la dissolution.

Des solutions aqueuses de xanthate de cellulose (*viscose*) furent abandonnées à l'air en couche mince; après plusieurs jours, l'anhydride carbonique de l'air, en neutralisant la soude caustique de la solution, provoqua la précipitation de la cellulose régénérée.

Si l'on opère avec des fibres de coton, au fur et à mesure de l'exposition à l'air, « on peut constater la formation de filaments qui envahissent de plus en plus le liquide, et finalement on obtient une sorte de tissu formé de l'enchevêtrement des fibres cellulosiques précipitées. Ce tissu, très léger, lavé à l'acide et rincé, présente l'aspect d'une sorte de gaze ou d'une toile d'araignée très irrégulière ». Mais, si l'on substitue aux fibres de coton de la pâte de bois, si bien purifiée soit-elle, on n'obtient, en opérant dans des conditions identiques, qu'une pellicule amorphe où il est impossible de discerner le moindre filament long.

Comme les compositions chimiques des celluloses mises en œuvre n'étaient pas absolument semblables (on sait que le bois contient des ligno-celluloses complexes), on ne peut conclure, comme semble le faire M. Beltzer, que la différence de précipitation est due à une conservation de la structure des fibres dissoutes. De nouveaux essais permettront sans doute d'élucider cette question. Mais on voit déjà tout l'intérêt pratique

[1] Ueber Versuche am Peukertschen Hochfrequenzgenerator. Hambourg, 1909.

que pourrait avoir l'application industrielle des résultats observés. Ne serait-il pas *a priori* possible de substituer aux filières microscopiques des usines de soies artificielles des appareils à rendement infiniment plus élevé, où la formation des fibres aurait lieu en masse? Mieux encore, ne pourrait-on supprimer à la fois filature et tissage et produire directement avec les solutions cellulosiques des étoffes de soie artificielles à fibres naturellement enchevêtrées?

Pour osée que paraisse l'hypothèse, peut-être la réalisation n'en est-elle pas si lointaine. Le célèbre Wells a montré que la prévision raisonnée des choses à venir est une science tout aussi exacte — ou pareillement inexacte — que l'histoire des temps passés. Et il s'est trouvé un savant prophète qui, en 1734, après avoir exposé tout au long le principe de la fabrication des soies artificielles, réalisée seulement un siècle et demi plus tard, décrivait de la façon la plus étrangement exacte un procédé de préparation d'étoffes artificielles analogues à celles que vient d'obtenir M. Beltzer. « Une idée qui paroîtra peut-être singulière, écrivait l'illustre Réaumur dans ses *Mémoires pour servir à l'histoire des insectes*, et qui seroit peut-être praticable, ce seroit de faire, avec nos vernis, des étoffes qui ne fussent nullement tissuës... qui ne fussent point composées de fils régulièrement entrelacés les uns aux autres. Imaginons une table bien unie, une glace qui est enduite de vernis soyeux; imaginons que nous avons en grand sur cette glace ce que nous avons en petit dans les coques de soye... Ce seroit une pièce d'étoffe d'une espèce bien particulière : elle seroit de la même matière que nos tissus soyeux et ne seroit point tissuë : elle auroit des qualités qu'ils ne sçauroient avoir, seroit impénétrable à l'eau et à toute humidité, seroit légère et forte, auroit un très grand éclat. » Sans doute, les embryons de tissus obtenus par M. Beltzer n'ont actuellement aucun intérêt industriel; mais, si l'on songe que les premières soies artificielles exposées en 1889 par M. de Chardonnet étaient irrégulières, fragiles, d'un prix de revient élevé, et si on leur compare les soies fabriquées maintenant, on jugera que l'idée de Réaumur est peut-être très proche de la réalisation pratique. **H. Rousset.**

Comité international des Tables annuelles physico-chimiques. — Ce Comité, dont nous avons annoncé la création (n° du 30 juillet 1909, p. 615) par le dernier Congrès de Chimie appliquée, s'est réuni à Paris les 11 et 12 octobre pour étudier d'une manière systématique le projet d'organisation qui avait été préparé par M. C. Marie, secrétaire général.

A ces réunions, qui ont eu lieu à la Sorbonne, dans le laboratoire de M. G. Urbain, membre du Comité, assistaient : MM. Abegg, professeur à l'Université de Breslau; Cohen, professeur à l'Université d'Utrecht; Dutoit, professeur à l'Université de Lausanne; Findlay, professeur à l'Université de Birmingham; Mourelo, membre de l'Académie des Sciences de Madrid, et C. Marie, chef des travaux de Chimie physique à la Faculté des Sciences, secrétaire général du Comité.

La Société Chimique, la Société de Chimie physique et la Société de Physique se sont réunies à cette occasion pour offrir un banquet aux membres étrangers du Comité; ce banquet a eu lieu le lundi 11, et, par la qualité et par le nombre des adhérents, les hôtes des trois Sociétés françaises ont pu se rendre compte de l'intérêt que soulevait dans nos milieux scientifiques l'idée de ces tables annuelles.

§ 5. — Chimie biologique

Le mécanisme de la dénitrification chez les Bactéries dénitrifiantes indirectes. — MM. L. Grimbert et Bagros ont communiqué sur ce sujet, au dernier Congrès international de Chimie appliquée de Londres, une série de très intéressantes recherches. Déjà, en 1898, M. Grimbert avait démontré que les bactéries dénitrifiantes peuvent se diviser en deux grands groupes :

1° Les bactéries dénitrifiantes *directes*, qui attaquent directement les nitrates en dégageant seulement de l'azote. Le type de ces bactéries est le bacille pyocyanique;

2° Les bactéries dénitrifiantes *indirectes*, qui n'attaquent les nitrates que par l'intermédiaire de substances amidées ou aminées. Dans ce cas, il y a d'abord réduction du nitrate en nitrite et réaction de ce dernier sur les substances amidées existant dans le milieu où se développent les bactéries. Ces bactéries ont pour type le coli-bacille ou le bacille d'Eberth.

Cette notion résulte de ce fait que, si l'on cultive le coli-bacille ou le bacille d'Eberth dans une solution de peptone additionnée de nitrate, aucun dégagement d'azote n'a lieu; il se produit seulement une réduction partielle du nitrate en nitrite. Mais, si l'on remplace la solution de peptone par du bouillon peptoné, ou si on lui ajoute de l'extrait de viande, la destruction du nitrate se produit avec dégagement d'azote et de CO^2, et l'on peut constater que la quantité d'azote recueillie est toujours au moins le double de celle qui correspond au nitrate décomposé.

C'est là un procédé très simple pour distinguer un bacille dénitrifiant *direct* d'un dénitrifiant *indirect*.

Les expériences qui suivent ont pour but de compléter ces premières recherches en démontrant que le mécanisme de la dénitrification, chez les bactéries dénitrifiantes *indirectes*, peut se ramener à l'équation générale suivante :

$$CO(AzH^2)^2 + 2AzO^3H = 2Az^2 + 2CO^2 + 3H^2O,$$

dans laquelle l'urée peut être remplacée par d'autres corps amidés.

Les auteurs se sont adressés au coli-bacille comme type de bacille dénitrifiant indirect, et ils se sont servis, comme milieu de culture, d'une solution de peptone Collas à 1 °/₀ additionnée de 1 °/₀ de nitrate de potasse pur. Dans une telle solution, le coli-bacille ne donne aucun dégagement d'azote, mais provoque seulement la réduction partielle du nitrate en nitrite.

1. *Influence de l'aliment carboné.* — Si, à la solution de peptone nitratée dont il vient d'être question, on ajoute divers aliments carbonés tels que : glucose, saccharose, glycérine, acide lactique, acide citrique, acide tartrique (ces derniers neutralisés par de la soude), on retrouve, après trente jours de culture, la même quantité de nitrate que celle qui existait dans la solution primitive, et cela, malgré la fermentation active qui se manifeste dans certains milieux.

Par conséquent, du moins en ce qui concerne le coli-bacille, la présence d'hydrates de carbone ou de sels à acide organique ne suffit pas à provoquer la décomposition des nitrates, quelle que soit la source d'énergie qu'ils représentent. Contrairement aussi à l'opinion de Wolf, la dénitrification n'est pas sous la dépendance de la fermentation des hydrates de carbone.

2. *Influence des substances amidées ou aminées.* — La solution de peptone nitratée a été additionnée de glycocolle, d'urée, d'asparagine, de leucine, de tyrosine et ensemencée avec le même coli-bacille : les milieux ont donné une culture florissante, mais sans dégagement gazeux. Au bout de trente jours, il n'y avait pas de nitrate détruit.

Par conséquent, la présence seule de matériaux amidés ou aminés ne suffit pas pour provoquer la dénitrification.

3. *Influence combinée de l'aliment carboné et des substances amidées ou aminées.* — Si on ajoute à la solution de peptone nitratée à la fois un hydrate de carbone et un acide aminé, on obtient immédiatement une dénitrification active, *à la condition que l'hydrate de carbone soit attaqué par le coli-bacille.*

En résumé, pour qu'il y ait destruction du nitrate par les bactéries dénitrifiantes indirectes, il faut : 1° qu'il y ait d'abord réduction du nitrate en nitrite; 2° que le

milieu contienne à la fois des substances amidées et des aliments carbonés capables d'être attaqués par le microbe en donnant des acides.

Ces conditions une fois réalisées, le mécanisme de la dénitrification devient des plus simples :

La bactérie attaquant l'aliment carboné donne naissance à un acide qui agit sur le nitrite et provoque ainsi la réaction immédiate de l'acide nitreux sur le corps aminé, d'où mise en liberté d'azote et de CO^2, pendant que l'acide se combine à l'alcali du nitrite, d'où neutralité de la solution.

Dans les expériences, le saccharose et le valérianate de soude n'ont donné lieu à aucune destruction de nitrate en présence de glycocolle parce que ces deux substances n'étaient pas attaquées par le coli-bacille. D'ailleurs, on peut donner la démonstration de ce fait en faisant agir sur la solution de peptone nitratée, additionnée de glycocolle et de lactose, d'une part, le coli-bacille qui attaque le lactose, et de l'autre, le bacille d'Eberth qui ne l'attaque pas. En remplaçant ensuite le lactose par le glucose qui est attaqué par les deux bactéries, on aura la preuve du rôle important que joue l'hydrate de carbone dans ces réactions.

Ces faits expliquent suffisamment les résultats obtenus par M. Grimbert en 1898 en substituant le bouillon de viande à la peptone, et peuvent s'appliquer à un grand nombre de bactéries dénitrifiantes *indirectes*.

§ 6. — Physiologie

Appareil thyroïdien et sels de calcium. — L'attention des physiologistes vient d'être rappelée sur les accidents consécutifs à l'ablation de l'appareil thyroïdien (thyroïdes et parathyroïdes) par une très intéressante Note présentée par M. Albert Frouin à l'Académie des Sciences et par un article du même auteur paru dans la *Presse médicale*[1].

On sait que l'ablation de l'appareil thyroïdien détermine, lorsqu'elle est totale, des accidents graves, conduisant plus ou moins rapidement l'animal à la mort (les faits sont surtout nettement établis pour le chien, le chat, le lapin, etc.). Ces accidents, connus sous le nom de tétanie, sont essentiellement caractérisés par des tremblements fibrillaires, des raideurs musculaires et des crises convulsives. Les physiologistes ont démontré — et la démonstration est due particulièrement à M. Moussu — que la tétanie est la conséquence de la parathyroïdectomie et non de la thyroïdectomie proprement dite.

MM. Parhon et Urechie ont, les premiers, annoncé, plutôt que démontré, l'action sédative des sels de chaux sur la tétanie des animaux parathyroïdectomisés[2].

Ces auteurs injectent, dans la cavité péritonéale d'animaux ayant subi la thyro-parathyroïdectomie, de 0 gr. 50 à 1 gr. de chlorure de calcium dissous dans 100 centimètres cubes d'eau, à intervalles réguliers, de 24 heures en général. A la suite de ce traitement, ils auraient observé une atténuation, mais non une suppression des symptômes de tétanie, et quelquefois, mais non pas toujours, une prolongation très légère de la survie.

Les protocoles d'expériences de ces auteurs ne contiennent pas de tels résultats qu'on puisse considérer comme établis des rapports incontestables entre l'appareil thyroïdien et les sels de calcium. Ce sont MM. MacCallum et C. Vœgtlin qui ont, les premiers, montré de façon nette la possibilité de supprimer la tétanie chez les chiens opérés, en administrant à ces animaux des sels de chaux par injection suivant différentes voies, ou simplement par ingestion[1].

D'après ces expérimentateurs, l'injection intraveineuse de 5 à 10 centimètres cubes de lactate de chaux à 5 % suffit pour arrêter rapidement la tétanie ; de même, l'ingestion de 5 grammes de lactate de chaux a pu supprimer ces mêmes accidents chez les animaux thyroparathyroïdectomisés. — Dans nombre de cas, ils ont fait les injections après l'apparition des accidents, et ils ont ensuite, au bout de quelques jours, greffé de nouvelles parathyroïdes à leurs animaux : les chiens ainsi traités et opérés se sont rapidement rétablis.

M. Albert Frouin, enfin, établit très nettement : 1° que l'ingestion des sels de chaux supprime la tétanie due à la parathyroïdectomie ; 2° que les sels de chaux et le chlorure de magnésium à la dose de 5 à 10 grammes par jour empêchent l'apparition des phénomènes de tétanie.

Voici le résumé de deux expériences prises comme exemples : 1° un chien de 2 ans 1/2, pesant 12 kilogrammes, subit le 16 septembre 1908 l'ablation de l'appareil thyroïdien ; 36 heures après l'opération, il reçoit, au moyen de la sonde œsophagienne, 10 grammes de chlorure de calcium dissous dans 100 centimètres cubes d'eau, puis, dans la suite, 5 à 10 grammes du même sel par 24 heures, ajoutés à sa nourriture.

L'animal n'a jamais présenté d'accident, et 5 mois après l'opération, soit le 27 février 1909, il avait augmenté de 2.500 grammes. Deux chiens opérés à la même date et de même façon étaient morts tétaniques, respectivement après 5 et 7 jours.

2° Une chienne de 15 mois, pesant 10 kilogrammes, est opérée le 3 octobre 1908 ; 2 jours après l'opération, elle a des crises tétaniques. On lui fait absorber 10 grammes de chlorure de calcium : les crises ont disparu le lendemain. Le 7 octobre, la chienne a une nouvelle crise durant de 8 heures du matin à 5 heures du soir : on lui fait ingérer, avec la sonde œsophagienne, 10 grammes de chlorure de calcium le matin à 9 heures et 10 grammes le soir à 6 heures. Le 9 octobre, elle a encore une forte crise tétanique dans l'après-midi : on lui fait ingérer 15 grammes de chlorure de calcium en deux fois, à 2 heures et à 7 heures. A partir de ce moment, elle reçoit de 5 à 10 grammes de chlorure de calcium par 24 heures. Le 3 novembre, donc 1 mois après l'opération, elle est en bonne santé, pesant 11.500 grammes. Deux chiens opérés en même temps qu'elle et de même façon sont morts, respectivement 4 et 6 jours après l'opération. — Le 12 novembre, on supprime le chlorure de calcium ; l'animal meurt en 3 jours, après des crises caractéristiques le 3e jour.

Au chlorure de calcium, on peut substituer le chlorure de magnésium ; les résultats sont équivalents ; le chlorure de strontium, par contre, est inefficace. Dans la série des sels de chaux, on a obtenu des résultats positifs avec le lactate de chaux, mais ces résultats sont moins nets et moins constants qu'avec le chlorure.

M. Albert Frouin signale encore un fait intéressant : après avoir soumis les chiens thyro-parathyroïdectomisés au traitement calcique pendant 3 à 4 mois, il supprime le sel de chaux et leur rend l'alimentation normale : ces animaux ne présentent pas d'accidents tétaniques ou autres (l'observation a été poursuivie pendant 4 mois), comme si, pendant le traitement, l'organisme avait créé une suppléance de la fonction thyroïdienne.

Tels sont les faits importants que nous font connaître ces travaux. Les théories proposées pour les expliquer (car les expérimentateurs n'ont pu se défendre d'émettre prématurément des théories) ne doivent pas, pour le moment, retenir notre attention. Quand les faits observés seront plus nombreux, plus variés, l'heure sera venue de les grouper en théorie.

---

[1] A. Frouin : Sur la possibilité de conserver les animaux après ablation complète de l'appareil thyroïdien, en ajoutant des sels de calcium ou de magnésium à leur nourriture. *C. R. Acad. des Sciences*, CLVIII, 7 juin 1909, p. 1622. — *Presse médicale*, 4 août 1909, p. 553-555.

[2] Recherches sur l'influence exercée par les sels de calcium et de sodium sur la tétanie expérimentale. 7e Sess. du *Congr. des méd. aliénistes*, août 1907. — Note sur l'influence exercée par le chlorure de calcium et l'iodure de sodium sur les phénomènes convulsifs consécutifs à la thyro-parathyroïdectomie totale, ainsi que sur la survie des animaux ayant subi cette opération seule avec les injections de ces substances. *C. R. Soc. Biologie*, 19 mars 1909, p. 622.

[1] *The Journal of experimental Medecine*, t. XI, 1909.

L'ÉTUDE DE LA MÉTÉOROLOGIE INTERTROPICALE PAR LES SONDAGES AÉRIENS

Les sondages aériens faits à Trappes et dans les régions tempérées en général, depuis une dizaine d'années, nous ont permis d'étudier à nos latitudes l'atmosphère dans sa profondeur. Il devenait nécessaire d'étendre ces investigations à des pays de latitudes très différentes pour déterminer dans leur ensemble les phénomènes qui se produisent à diverses hauteurs. C'est ce qui a motivé notre Expédition franco-scandinave en Danemark de 1902-1903, les trois campagnes scientifiques de l'*Otaria* sur l'Atlantique moyen et intertropical, enfin les deux séries de lancers de ballons faites en Laponie dans les saisons froides de 1907 et de 1908, grâce à l'appui de mon ami M. le Professeur Hildebrandsson. Toutes ces déterminations ont été rapprochées d'observations analogues recueillies par ballons-sondes à Trappes pendant les mêmes périodes. Elles conduisent à des conclusions que nous allons exposer.

I. — Historique.

Disons d'abord quelques mots de l'exploration de l'atmosphère marine, qui commence à tenir une grande place dans les recherches météorologiques.

M. Rotch, directeur de l'Observatoire de Blue-Hill, a démontré, il y a quelques années, la possibilité de faire de fructueux lancers de cerfs-volants en mer; peu de temps après, une première application de cette méthode fut faite en 1902 par notre Mission franco-scandinave de Hald, à l'aide de deux canonnières que le Ministre de la Marine de Danemark voulut bien mettre à notre disposition. Sur treize ascensions, on put dépasser quatre fois l'altitude de 4.000 mètres et atteindre même 5.900 mètres, ce qui, à cette époque, était un chiffre tout à fait remarquable.

Quelque temps après, M. Rotch proposa de faire une campagne météorologique sur l'Atlantique. M. Hildebrandsson donna à cette proposition l'appui de son autorité et traça les grandes lignes d'un programme qui a été exécuté presque complètement depuis, grâce à une entente commune entre M. Rotch et moi. La réalisation de notre projet fut hâtée par l'imprévu des résultats obtenus, au cours d'une croisière de la *Princesse-Alice*, par M. Hergesell, résultats que ce dernier a présentés en septembre 1904 à la Conférence d'Aérostation scientifique tenue à Saint-Pétersbourg.

Dans sa communication, M. Hergesell faisait ressortir qu'il avait trouvé au-dessus de l'alizé une couche de vent de N. W. très persistante, ce qui tendait à mettre en doute l'existence du contre-alizé à composante sud, admise jusqu'ici par tous les météorologistes. Il cherchait, d'ailleurs, à concilier l'existence de ces vents du N. W. avec la circulation en circuit admise jusqu'ici, circuit formé par les alizés se rendant aux régions équatoriales et les vents de retour ramenant l'air de l'équateur vers les latitudes plus élevées.

Bien que cette explication ne fût présentée qu'à titre de première indication, comme elle reçut dans la suite de nouveaux développements, il nous parut absolument nécessaire de procéder à des recherches méthodiques pour élucider cette question, d'une importance capitale pour la théorie de la circulation générale. On peut ainsi déterminer ce qui doit être changé dans les idées admises jusqu'à ce jour. On verra par ce qui suit que quatre campagnes consécutives, portant sur trois années différentes et sur des moments divers d'une même année, ont montré que la théorie de la circulation intertropicale est exacte dans son ensemble et que les vents de N. W. observés pour la première fois par M. Hergesell, et retrouvés très souvent depuis, ne remplacent pas le contre-alizé.

Pendant ces campagnes, nous avons employé, pour sonder l'atmosphère, les cerfs-volants et surtout les ballons-sondes, qui permettent de s'élever à des hauteurs très considérables. Enfin, dans certains cas, on a fait usage de petits ballons captifs en baudruche, à l'aide desquels nous avons pu élever les instruments à 3 ou 4.000 mètres dans les cas où le vent était trop faible pour porter des cerfs-volants.

II. — Technique des sondages aériens.

Quand on lance des cerfs-volants du pont d'un navire à vapeur, on a ce grand avantage qu'en faisant machine avant ou machine arrière on peut accélérer ou diminuer le vent relatif qui agit sur les cerfs-volants. Il y a ainsi bien des périodes où la brise serait trop légère pour porter les cerfs-volants avec leurs lignes et l'enregistreur, et dans lesquelles on peut procéder à des lancers très fructueux.

Pour faciliter la manœuvre, et comme nos cerfs-volants sont retenus par des lignes de fil d'acier qui parfois atteignent plus de 10 kilomètres de longueur, le treuil sur lequel la ligne est enroulée

est commandé par un moteur. Nous avons employé à bord d'un petit vapeur un treuil mû comme le guindeau, par un piston à vapeur; mais, sur l'*Otaria*, nous avons pu installer un treuil mû électriquement, dispositif analogue à celui que nous avons organisé à Trappes il y a dix ans et qui a été adopté depuis dans la plupart des grands observatoires aérologiques.

Fig. 1. — *Le treuil à cerfs-volants sur l'*Otaria.

La figure 1 représente le treuil de l'*Otaria;* la dynamo génératrice était placée dans la salle des machines, et le courant allant à la réceptrice passait par une résistance placée sous la main de la personne qui manœuvrait le treuil, ce qui permettait de dérouler le fil à des vitesses comprises entre 40 centimètres et 3 mètres par seconde.

Les lancers des cerfs-volants du pont d'un bateau demandent quelques précautions spéciales pour éviter que l'appareil ne se brise, au moment du départ ou à sa rentrée, contre les mâts et les agrès. Nous nous sommes très bien trouvés de suspendre le cerf-volant par sa partie supérieure à un crochet que l'on peut faire monter et descendre le long d'une drisse fixée à l'extrémité d'une vergue. On enlève ainsi le cerf-volant à une assez grande distance au-dessus du pont et, quand il est bien porté par le vent, on le rend libre tout à fait en faisant descendre le crochet.

Fig. 2. — *Lancer d'un cerf-volant.*

La figure 2 représente cette opération sur une des canonnières danoises où elle a été mise en pratique dans nos sondages de 1903.

Les lancers de ballons-sondes se font en mer à peu près dans les mêmes conditions que sur terre, mais on ne peut disposer de hangars pour les abriter pendant le gonflement; dans ces conditions, il est presque impossible d'employer des ballons de papier de grandes dimensions : on se sert de ballons de caoutchouc analogues à ceux qu'on vend pour les enfants, mais qui ont au départ un diamètre d'un mètre et demi à deux mètres. Ces ballons sont ordinairement réunis par deux; un des ballons porte l'enregistreur et un flotteur fixé à une corde à dix ou quinze mètres en dessous de l'enregistreur; l'autre ballon est relié au premier, et on le gonfle davantage, de façon qu'à une certaine hauteur il finisse par éclater, ce qui limite la durée de l'ascension. A partir de ce moment, le second ballon redescend lentement jusqu'au voisinage de la surface de la mer; dès que le flotteur repose sur l'eau, le mouvement de descente s'arrête, et l'enregistreur reste suspendu à l'abri des vagues. Le vent entraîne alors tout le système jusqu'au moment où

il a pu être repris à bord du bateau, qui, pendant toute l'ascension, n'a cessé de suivre le ballon de son mieux.

C'est dire que ces opérations ne peuvent être

Fig. 3. — *Le gonflement des ballons-sondes.*

effectuées que lorsque le ciel est assez clair pour permettre de voir le ballon du pont du bateau. On procède à des mesures systématiques de la hauteur du ballon au-dessus de l'horizon de la mer et de l'azimut où il se trouve au même instant; on répète ces déterminations à des intervalles très rapprochés, par exemple de minute en minute, et on détermine en même temps aussi exactement que possible la direction suivie par le navire et sa vitesse donnée par le loch. On peut ensuite, à l'aide de ces données, construire la route du ballon dans l'atmosphère et déterminer ainsi quels sont les mouvements des vents en vitesse et en direction à toutes les hauteurs atteintes par le ballon.

Les figures 3, 4 et 5 représentent le gonflement des ballons et les différentes phases du lancer.

Dans la première campagne de l'*Otaria*, on lança 14 ballons, 30 dans la seconde et 41 dans la troisième. Les ascensions de cerfs-volants, surtout fréquentes dans la seconde campagne, furent au nombre de 65.

III. — Résultats principaux des trois campagnes. Circulation de l'air.

On peut résumer ainsi qu'il suit l'ensemble de la circulation sur la partie explorée (de 35° N. à 8° S. et des côtes d'Europe jusqu'à 47° de longitude W.).

L'alizé régulier de N. à N. E., qui souffle au niveau de la mer, forme une couche dont l'épaisseur moyenne n'est guère que d'un millier de mètres; puis vient une zone de vents ayant encore une composante nord, qui ordinairement soufflent du NW. Ces vents du NW. paraissent cesser à une dizaine de degrés du point de convergence de l'alizé qui, en été, se trouve vers 8° N., par conséquent au sud des îles du Cap-Vert.

En s'élevant plus haut, on trouve la zone des vents à composante sud qui forment le contre-alizé; ces derniers se rencontrent à une altitude moindre lorsqu'on se rapproche de l'équateur. C'est ainsi que, vers les îles du Cap-Vert, le contre-alizé se trouve aux environs de mille huit cents mètres; à la latitude des Canaries, il souffle au-dessus de trois mille mètres, ce qui concorde d'ailleurs avec les observations faites au Pic de Ténériffe.

Fig. 4. — *Rentrée du ballon et des instruments.*

La région équatoriale ou, plus exactement, celle où a lieu le point de rencontre des alizés, et dont la latitude varie un peu dans le cours de l'année,

est occupée par des vents à composante Est très dominante, jusqu'aux plus grandes hauteurs qu'on ait explorées. Dès le 5° sud, on retrouve, au-dessus des alizés proprement dits, des vents à composante N., qui forment le contre-alizé : ces vents sont du NE. et quelquefois du NW. Ces changements de rhumbs peuvent s'expliquer parce que ces diverses couches superposées viennent de régions différentes du minimum barométrique.

L'équivalent des vents de NW. qu'on rencontre dans l'hémisphère nord au-dessus de l'alizé de NE. nous est donné par les veines de vent de SW. qui se retrouvent aussi aux environs de l'île de l'Ascension [au-dessus des vents de SE. formant l'alizé de l'hémisphère sud. *Ces vents sont d'ailleurs superposés à des veines de vents alizés ou de contre-alizés. Ces intrications de couches de vents différents se rencontrent aussi dans l'hémisphère N. dans les latitudes moyennes. Mais là elles sont plus rares.* On en trouve des exemples dans les trajectoires des ballons déterminées par des visées faites à Trappes depuis une dizaine d'années, lorsque ces lancers ont lieu dans les aires de forte pression.

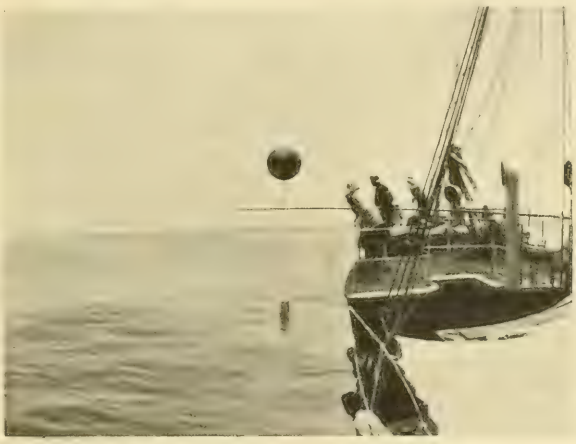


Fig. 5. — *La pêche du ballon-sonde sur l'*Otaria.

Nous devons insister sur ces courants superposés de directions différentes et particulièrement sur les courants de Sud-Ouest ayant été rencontrés à grande hauteur par certains ballons un peu au nord de l'île de l'Ascension, le 16 juin vers 11 kilomètres, et le 15 à 14 et 15 kilomètres, courants soufflant au-dessus du contre-alizé de Nord-Ouest et d'alizés de Sud-Est. Ces vents à composante Ouest, qui se sont présentés comme *une couche intercalaire, sont très difficiles à expliquer, à cause même de leur vitesse de rotation supérieure à celle de la Terre.* Dans les deux hémisphères, du reste, on trouve dans les hautes régions, près du point de rencontre des alizés, des couches de vents qui se rapprochent de l'équateur, alors que le contre-alizé régulier s'en éloigne. La haute atmosphère nous ménage ainsi bien des surprises, que des recherches prolongées peuvent seules élucider.

Malgré ces quelques points obscurs, la circulation intertropicale est bien dans ses grands traits telle qu'on l'avait supposée jusqu'ici. L'air dans l'hémisphère Nord se rend vers l'équateur par la partie inférieure de l'atmosphère sous forme d'un vent de N.E. à E., et plus haut, dans la partie moyenne, sous forme de vents de N. W. Au-dessus se trouvent d'ordinaire des vents de retour ayant une composante dirigée vers le pôle. Ces vents forment d'abord une nappe de S.E., puis du S., puis de S.W. en s'infléchissant sous l'influence de la rotation terrestre. Ils se terminent enfin comme vents de W. à la latitude des Açores. Ce sont les contre-alizés classiques. Naturellement, il y a des irrégularités journalières, c'est-à-dire que les courants, au lieu d'être superposés, sont quelquefois juxtaposés. On rencontre des situations atmosphériques où l'alizé de N. E. ou de N. W. s'étend jusqu'à 7 ou 8 kilomètres ou même plus, et dans lesquelles le contre-alizé est repoussé soit à droite, soit à gauche. Mais ce sont là des situations transitoires, qui se limitent à une portion de l'aire de forte pression atlantique, comme on s'en aperçoit lorsqu'on étend les observations sur plusieurs mois de trois années différentes, ainsi que nous l'avons fait, ce qui permet d'établir le régime normal.

IV. — Distribution de la Température dans la Verticale.

En s'élevant au-dessus de la mer, la température décroît d'abord rapidement à peu près en suivant la détente adiabatique. Puis, au-dessus de 5 à 600 mètres, on rencontre une zone avec décroissance très faible qui s'étend, avec ou sans inversion, jusque vers 2.500 mètres [1]. Au voisinage du contre-

[1] Ce fait a été signalé pour la première fois par M. Hergesell en 1904.

alizé, la température recommence à décroître assez régulièrement ; la variation de température ressemble alors à ce qu'elle est dans nos régions, mais elle se maintient très forte jusqu'à 14 ou 15 kilomètres ; au-dessus, on rencontre la zone isotherme dont j'ai démontré l'existence il y a quelques années.

Ces caractères ne sont pas particuliers à ces régions intertropicales, mais ils offrent la plus grande analogie avec ce qu'on observe dans nos régions quand il existe un maximum barométrique bien formé. Le fait que la température continue de décroître rapidement jusqu'à une grande hauteur a pour conséquence que l'atmosphère supérieure, dans les régions équatoriales, *est sensiblement plus froide que celle des régions tempérées et même des hautes latitudes*. La température de 80° au-dessous de zéro n'est rencontrée que tout à fait exceptionnellement dans la saison froide au-dessus des régions tempérées et même du N. de l'Europe, alors qu'elle s'observe assez souvent au-dessus de la région intertropicale. Ce fait, que j'ai déjà signalé[1] à la Conférence d'Aérologie à Milan en 1907, est un des plus inattendus que nos explorations aient mis en lumière. Grâce aux déterminations faites en Laponie et à Trappes pendant deux hivers (1907 et 1908), nous avons pu montrer que, dans l'ensemble de l'année, la température de la haute atmosphère est moins froide en Laponie que dans les régions équatoriales, alors que l'excès de la température près du sol est de 25 à 40° en faveur des régions équatoriales.

Nous considérons, quant à nous, que ces températures très froides sont dues à ce fait que la circulation atmosphérique à composante verticale se produit sur une beaucoup plus grande épaisseur dans les régions équatoriales que dans les régions tempérées ou sub-polaires. La marche des nuages élevés, tels que les cirrus [dont on a pu mesurer la hauteur par des triangulations photographiques], montre, d'ailleurs, l'augmentation d'épaisseur de la circulation atmosphérique auprès de l'équateur. La discussion de nos observations de la haute atmosphère faites à Trappes nous fait reconnaître que ces températures très froides de la haute atmosphère sont dues à la détente de l'air causée par les dépressions barométriques tourbillonnaires et disparaissent d'ailleurs assez rapidement au-dessus de nos régions lorsque les phénomènes tourbillonnaires qui ont produit ce gigantesque effet de pompe se déplacent. On peut ainsi voir, en moins de deux jours, la température changer de 15 à 20° dans la haute atmosphère, alors qu'elle n'a varié que de 2 ou 3° près du sol dans un sens quelconque.

[1] Voir *Comp. Rendus*, 8 juillet 1907.

Ces déterminations ont permis de préciser d'une manière satisfaisante les vraies caractéristiques de la circulation atmosphérique et de la distribution de la température entre les tropiques ; mais elles ne peuvent encore nous renseigner sur un des problèmes les plus importants de la Météorologie générale, qui est de connaître la répercussion des phénomènes intertropicaux sur la circulation générale de l'atmosphère. On a cru pendant longtemps que les contre-alizés se répandaient en nappe de vent de SW. ou de NW. [suivant l'hémisphère] sur les deux hémisphères, d'où le rôle de la circulation équatoriale était considéré comme tout à fait prépondérant. Mais le Professeur Hildebrandsson a démontré, par la discussion des observations des nuages sur toute la Terre, que les vents supérieurs prédominants à partir de 40° de latitude viennent de l'W., c'est-à-dire qu'il semble qu'en moyenne il ne passe presque pas d'air de la région intertropicale dans les latitudes moyennes. Mais cet état est loin d'être permanent, et il y a des jours où des courants de SW. apportent aux hautes latitudes de l'air de la région des Açores qui, antérieurement, a passé au-dessus du tropique, et inversement il y a pénétration par l'atmosphère moyenne et inférieure de vents à composante N. venant de nos contrées dans la région des alizés. Ces transports d'air par *échelonnements successifs* sont dus à ce que la rotation terrestre, se produisant sur des parallèles de plus en plus petits, dévie rapidement le vent vers la droite et l'empêche ainsi de se rendre directement du Sud au Nord ou inversement sur de grandes étendues. Mais, quand l'air, par des mouvements tourbillonnaires ou des mélanges avec d'autres masses aériennes, arrive à diminuer sa vitesse relative par rapport à la surface de la Terre, il peut de nouveau, sous l'influence des différences de pression, pénétrer dans des régions de latitudes différentes.

Les conditions dans lesquelles l'air use ainsi sa vitesse relative sont mal connues et, malgré les beaux travaux théoriques d'Helmholtz, le mécanisme réel qui produit cet effet est encore très obscur.

Il y aurait un intérêt considérable pour la Météorologie à déterminer, par des flotteurs atmosphériques, la trajectoire des vents généraux, non plus seulement pendant une ou deux heures comme on le fait en visant des ballons, mais durant un long intervalle. Il y a à cela des difficultés techniques que tous les aéronautes connaissent bien ; mais, en constatant que certains ballons-sondes en papier ont pu franchir la distance de plus de mille kilomètres qui sépare Trappes de la Pologne russe, on peut espérer que, dans un avenir rapproché, il sera possible d'étudier les courants généraux

supérieurs par des flotteurs aériens. Il serait très important de voir, par exemple, si un ballon lancé du Pic de Ténériffe, au sein même du contre-alizé, finit dans certaines circonstances par atteindre l'Europe, éloignée seulement de 1.100 kilomètres. Ce jour-là, il sera possible de vérifier directement ce que nos observations semblent démontrer : à savoir qu'une partie du contre-alizé est formée par de l'air provenant de l'hémisphère voisin. Ce sera là encore un point très utile à fixer, car les cartes de pression barométrique nous montrent qu'il y a un échange d'air suivant les saisons entre l'hémisphère Nord et l'hémisphère Sud, et nous connaissons déjà dans les régions des moussons asiatiques un des chemins que prend l'air des couches basses pour passer des latitudes australes dans les latitudes boréales. Mais, par contre, nous sommes fort peu renseignés sur les échanges qui peuvent avoir lieu d'un hémisphère à l'autre au sein de l'atmosphère élevée.

Léon Teisserenc de Bort.
Directeur de l'Observatoire de Météorologie dynamique de Trappes.

L'HYDROLYSE FLUORHYDRIQUE ET LA CONSTITUTION DES MATIÈRES ALBUMINOÏDES

L'étude des matières protéiques est le fondement de la Biologie générale, ces substances, chez tous les êtres vivants, servant de substratum aux phénomènes chimiques. Nombreux sont les savants qui ont abordé cette étude; les résultats de leurs recherches forment déjà une œuvre considérable, qui a été présentée aux lecteurs de la *Revue générale des Sciences* par les articles si clairs et si bien documentés de Kossel[1], Hofmeister[2], Maillard[3], ainsi que par les remarquables revues générales de Lambling[4].

L'intérêt de ces résultats n'a échappé à personne, car, bien qu'incomplets encore, ils ont permis de mettre en évidence de nombreux constituants de la molécule protéique, parmi lesquels les acides mono- et diamidés sont les plus simples et les mieux étudiés.

Ces acides ont, de toute évidence, un rôle des plus importants dans l'édifice moléculaire, où ils paraissent être liés entre eux sous la forme de complexes extrêmement variables, dont la diversité a pour conséquence l'infinie variété des corps protéiques, au sein des cellules et des liquides interstitiels. La formule très compliquée de chacune de ces combinaisons est fort difficile à établir avec certitude, et les chimistes ont successivement modifié leurs conceptions, depuis Schützenberger[5] qui considérait les albumines comme des dérivés substitués de l'urée et de l'oxamide, jusqu'à Em. Fischer[6] qui les envisage comme des produits tout à fait analogues aux polypeptides R.CO.AzHR'.CO.AzHR''., ..., préparés synthétiquement par lui d'abord, par Curtius[4] ensuite.

La séparation, après hydrolyse, des acides amidés a permis d'expliquer et de localiser l'origine de nombreux dérivés des matières protéiques, tels que les ptomaïnes d'Armand Gautier, les phénols, les corps indoliques, les combinaisons simples de certains acides amidés (acides biliaires), les acides amidés libres, les leucomaïnes créatiniques, l'urée, etc. Nous n'insisterons pas sur tous ces faits, aujourd'hui classiques.

Mais on se tromperait fort si l'on regardait les acides amidés comme les seuls constituants des matières protéiques : on a pu établir la nature de quelques groupements prosthétiques qui sont combinés à certaines albumines très différenciées et, si l'on peut ainsi dire, très élevées dans la hiérarchie. C'est ainsi que les beaux travaux de Kossel et de ses collaborateurs ont élucidé la constitution des acides nucléiques associés à des complexes protéiques (protamines, histones) dans les nucléoprotéides et les nucléohistones. Les recherches de Nencki et surtout celles de Küster ont permis de représenter la structure moléculaire de l'hématine liée à la globine dans le pigment des hématies. Toutes ces conquêtes ont été consacrées par des applications pratiques : c'est ainsi que la découverte des bases puriques dans les nucléoprotéides a renouvelé complètement et établi sur une base scientifique toute la théorie de l'uricopoïèse, chez les Mammifères. Rappelons également que la con-

---

[1] Kossel : *Rev. gén. des Sc.*, 1902, p. 455.
[2] Hofmeister : *Rev. gén. des Sc.*, 1903, p. 501.
[3] Maillard : *Rev. gén. des Sc.*, 1906, p. 115.
[4] Lambling : *Rev. gén. des Sc.*, 1906 et 1909.
[5] Schützenberger : *Dict. Würtz*, 2e suppl. : article Albuminoïdes, et *Ann. Chim. et Phys.*, 5e série, t. XVI, p. 334.
[6] Em. Fischer : Untersuchungen über Aminosäuren, Polypeptiden und Proteinen, et *Ber. der deutsch. chem. Ges.*, 1903 et 1904.
[4] Curtius : *Journ. prakt. Chem.*, N. F., 1902, 1903 et 1904.

statation de noyaux communs dans l'hématine et les pigments biliaires a fixé, avec une précision définitive, les relations qui existent entre ces matières colorantes.

Enfin, un dérivé aminé du groupe des sucres a été signalé parmi les constituants des matières protéiques : c'est la glucosamine $CHO.CHAzH^2.(CHOH)^3.CH^2OH$, très abondante dans les chitines et les mucines, mais quantitativement si peu importante, dans les albumines proprement dites, que sa présence ne permet pas d'expliquer les proportions considérables de glucose[1] fabriquées par l'organisme, au cours de certains états pathologiques (diabète), aux dépens de ces matières.

Les chimistes ont le droit de parler avec quelque fierté des résultats obtenus. Il ne faudrait pas se dissimuler, néanmoins, que de nombreuses et importantes lacunes appellent de nouvelles recherches.

En effet :

1° Une fraction de la molécule protéique échappe encore à nos connaissances et, en parcourant les publications des auteurs, on constate aisément que, même dans les cas les plus favorables, et sauf pour la constitution de quelques substances particulièrement simples, comme les protamines et les protones de Kossel, la proportion des constituants connus dépasse rarement 60 °/₀; très souvent même, elle n'atteint pas ce chiffre;

2° On ne connaît pas encore les groupements naturels qu'affectent entre eux les constituants déjà connus et on ignore les lois qui président à leur formation;

3° Les relations si intéressantes et si grosses de conséquences pratiques, établies par la physiologie et la clinique entre les matières protéiques et les éléments ternaires de l'organisme (sucres et graisses), n'ont pas encore reçu d'interprétation précise[2].

Ces diverses constatations justifient les recherches entreprises par nous depuis plusieurs années pour ajouter quelque contribution nouvelle aux résultats déjà acquis.

Après avoir pendant longtemps mis en œuvre les méthodes classiques d'hydrolyse des matières protéiques, nous avons été à même d'en bien saisir les défauts, dont le plus important nous paraît être la destruction de certains constituants par l'action des réactifs employés. L'hydrolyse, en effet, est à la base de toute recherche sur la constitution des matières protéiques, puisqu'elle a pour but de cliver ces molécules compliquées en éléments de plus en plus simples, jusqu'à obtention de produits dont la détermination chimique soit accessible à nos moyens actuels d'investigation. Or, cette hydrolyse est, en général, effectuée par l'action de l'acide sulfurique ou de l'acide chlorhydrique à 20 ou 30 °/₀, à des températures dépassant + 100°, c'est-à-dire dans des conditions très favorables à la destruction de certains dérivés par l'action oxydante, directe ou indirecte, des acides sulfurique et chlorhydrique. Nous avons eu l'idée de remplacer ces réactifs par l'acide fluorhydrique, dont la stabilité entraîne l'absence de pouvoir oxydant et dont l'action extrêmement corrosive sur la peau, qu'il désorganise sans la carboniser, avait attiré notre attention. Les expériences, déjà nombreuses, que nous avons faites avec cet acide convenablement dilué nous ont donné des résultats avantageux, que nous allons faire connaître.

I. — Critique des agents d'hydrolyse actuellement employés.

La simplification des molécules protéiques effectuée par des ferments digestifs et des diastases microbiennes donne des résultats très intéressants; mais elle est longue, compliquée et, inconvénient beaucoup plus grave, elle n'est pas sans altérer ou détruire quelques-uns des constituants qui sont peut-être parmi les plus intéressants : aussi doit-elle, à notre avis, être réservée pour la solution de certains problèmes particuliers.

L'action des réactifs énergiques est plus rapide et plus régulière : mais les résultats varient beaucoup suivant la nature du réactif et suivant les conditions de l'expérience.

L'action des alcalis et de la baryte, qui a permis à Schützenberger[1] d'effectuer ses belles recherches, ne saurait être considérée comme aussi avantageuse que celle des acides : en effet, elle est très incomplète, laissant intacts de gros fragments incristallisables (glucoprotéines, dileucéines, etc.), dont nous avons réussi à démontrer la nature en les résolvant par l'hydrolyse acide en un mélange d'acides amidés[2]. De plus, elle est fortement destructrice, car elle dégage des constituants manifestement trop simples : les acides carbonique, oxalique, acétique, ainsi que l'ammoniaque, dont nous démontrerons tout à l'heure l'origine secondaire. Enfin, elle décompose l'arginine et racémise certains acides monoamidés qui deviennent alors très difficiles à séparer par cristallisation. C'est pour ces raisons que les chimistes ont unanimement adopté aujourd'hui l'hydrolyse par les acides.

L'action de l'acide sulfurique à 25 ou 30 °/₀, à

[1] Consultez R. Lépine : « Le diabète sucré », chez Alcan. 1909, p. 468.

[2] Consultez Pflüger : Article « Glycogène », in *Dictionnaire de Richet*.

[1] Schützenberger : *Ann. Chim. Phys.*, 5e sér., t. XVI, p. 334.

[2] Hugounenq et Morel : *Bull. Soc. Chim.*, 4e sér., t. I, p. 153.

l'ébullition, employée avec un grand succès par Kossel et Kutscher dans l'étude des protamines, et adoptée par Em. Fischer et son École pour le dosage de la tyrosine dans les protéines plus compliquées, présente le grave inconvénient de s'accompagner de carbonisation et d'oxydations secondaires, dont témoignent le dégagement d'ammoniaque et la production de matières goudronneuses.

Aussi, Em. Fischer et ses élèves ont-ils presque toujours préféré l'action de l'acide chlorhydrique à 25 ou 30 °/₀, à l'ébullition. Mais cet acide, à cause de son pouvoir oxydant très marqué, n'est pas, non plus, un réactif de choix. Lorsque son action est poussée assez profondément pour être complète, on constate une carbonisation intense des matières, avec une production considérable de produits d'oxydation. Il devient impossible, dans ces conditions, de rechercher non seulement les sucres, qui sont sûrement détruits avec production de substances furfuroliques et de goudrons, mais même de retrouver en totalité certains acides amidés particulièrement oxydables, comme la tyrosine.

Ces critiques suffisent, pensons-nous, à légitimer les tentatives que nous avons faites pour rechercher un agent d'hydrolyse plus avantageux ; nous croyons l'avoir trouvé dans l'acide fluorhydrique, réactif à la fois énergique, stable, et cependant très souple dans ses applications.

II. — Technique de l'hydrolyse par l'acide fluorhydrique.

Pour faire agir l'acide fluorhydrique, nous employons une chaudière en plomb de 12 litres de capacité, obtenue par une feuille de plomb de 2 millimètres d'épaisseur doublant un récipient de cuivre susceptible d'être chauffé au bain-marie. Cette chaudière est coiffée d'un dôme en plomb de 2 millimètres d'épaisseur, dont on applique le rebord sur un anneau de caoutchouc plat posé sur le bord, également plat, de la chaudière ; un cercle de fer, maintenu par des boulons, assure la fermeture parfaite de l'appareil. Soudé au dôme, un serpentin en plomb, entouré d'un manchon à eau courante, sert au dégagement et à la condensation des vapeurs. Enfin, sur le dôme, un trou fermé par un bouchon à vis fait office de regard et permet de recharger l'appareil ou de prélever des échantillons (fig. 1).

Dans certaines expériences, où nous tenions à recueillir tous les produits volatils susceptibles d'être dégagés, nous avons employé une bouteille en plomb de 3 millimètres d'épaisseur et de 1 litre de capacité, sur le goulot de laquelle un tube en plomb était fixé par la soudure autogène (fig. 2). Nous remplissions la bouteille par ce tube flexible, d'un diamètre intérieur de 1 centimètre ; il servait pendant l'expérience au dégagement des gaz à travers des barboteurs. Cet appareil, pourvu que les

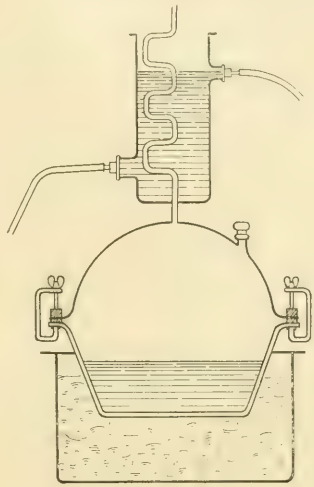


Fig. 1. — *Chaudière en plomb pour l'hydrolyse fluorhydrique des albuminoïdes.*

dimensions en soient suffisantes, peut être employé à hydrolyser des quantités quelconques de corps protéiques : il est plus simple et moins coûteux que le précédent.

L'acide fluorhydrique est l'acide fumant, à 60 °/₀, que livre couramment l'industrie dans des bouteilles en plomb et qui a été gracieusement mis à notre disposition par la Société électrochimique de Saint-Fons, près Lyon. L'acide, convenablement étendu d'eau, est ajouté dans la chaudière à la matière protéique. On chauffe au bain-marie, après avoir fixé le couvercle, si on emploie le premier appareil.

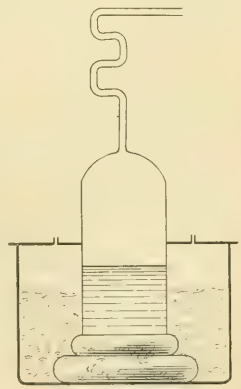


Fig. 2. — *Bouteille en plomb avec tube de dégagement pour les gaz, pour l'hydrolyse fluorhydrique des albuminoïdes.*

La dilution et la quantité de l'acide introduit, ainsi que la durée de la chauffe, varient suivant la nature de la substance protéique et le stade d'hydrolyse auquel on veut s'ar-

réter. Dans les expériences courantes, une teneur de 15 à 20 °/₀ d'HFl *réel* convient très bien, ce pourcentage étant rapporté à la masse totale du mélange (albumine, acide et eau).

Quand on juge l'hydrolyse achevée par l'examen d'une prise d'essai, on laisse refroidir et on ajoute avec précaution, pour que la température ne s'élève pas au-dessus de + 40° et en évitant que la réaction devienne alcaline, un lait de chaux, jusqu'à ce que le mélange n'ait plus qu'une faible réaction acide.

On laisse déposer, on décante le liquide, on essore le précipité au filtre-presse et on le lave à l'eau tant qu'il contient des matières organiques. On procède alors à la séparation des divers constituants qu'on veut mettre en évidence, par les méthodes générales, plus ou moins modifiées. Nous ne nous arrêterons pas à les décrire.

III. — L'HYDROLYSE FLUORHYDRIQUE N'ENTRAINE PAS LA DESTRUCTION SECONDAIRE DES CONSTITUANTS.

Dès les premiers essais, nous avons constaté que l'acide fluorhydrique respecte beaucoup mieux que les acides sulfurique et chlorhydrique les constituants des matières protéiques, même lorsque l'attaque est prolongée pendant cent cinquante heures et qu'elle atteint le stade de décomposition complète des peptides les plus simples. En effet, il ne mélanise pas les matériaux attaqués et ne produit pas ces matières goudronneuses qu'on a décrites sous le nom de substances humiques.

Ces premiers résultats, déjà très avantageux, nous ont engagés à rechercher si les constituants inférieurs (acides carbonique, oxalique, acétique, ammoniaque, etc.), considérés par divers auteurs comme faisant partie des molécules protéiques, ne seraient pas des produits de destruction secondaire, témoins de la disparition de constituants plus compliqués et, par cela même, plus intéressants. Des expériences répétées nous ont montré que ni CO^2, ni les acides oxalique et acétique ne prennent naissance quand on effectue l'hydrolyse par l'acide fluorhydrique. Ainsi, par exemple, en attaquant de la gélatine ou de l'ovalbumine dans une bouteille en plomb, pourvue d'un tube de dégagement en relation avec des barboteurs, et en employant l'acide fluorhydrique à 18 °/₀, à la température du bain-marie, pendant cent soixante heures, nous n'avons observé, à aucun moment, de dégagement gazeux. Le dosage dans le liquide de l'ammoniaque libérée n'accusa que de faibles traces, bien inférieures à 1 °/₀; enfin, la recherche des acides organiques simples (formique, acétique, propionique, butyrique, oxalique) est demeurée absolument négative.

Ces résultats nous autorisent à penser que ces composés n'existent pas préformés dans les molécules protéiques, et que leur dégagement par les autres agents d'hydrolyse tient à une action destructrice, dont l'absence est certainement un des grands avantages de notre technique.

IV. — L'HYDROLYSE FLUORHYDRIQUE ET LA DÉSAGRÉGATION COMPLÈTE DES MOLÉCULES PROTÉIQUES.

Par un grand nombre d'expériences effectuées sur des albumines de résistance variable (albuminoïdes, albumines proprement dites, nucléoprotéides, etc.), nous nous sommes rendu compte qu'en faisant agir, à la température du bain-marie, l'acide fluorhydrique à 18 ou 20 °/₀ pendant un temps suffisamment long (150 heures et parfois davantage), on peut obtenir des liquides ne contenant plus de substances biurétiques ni de corps donnant des précipités floconneux avec l'acide phosphotungstique. Bien plus, un examen minutieux nous a montré qu'on obtient pour les acides amidés un rendement maximum, tandis qu'on ne sépare plus que des traces de peptides simples, susceptibles de donner des dérivés cristallisés et sur lesquelles nous aurons l'occasion de revenir.

L'acide fluorhydrique, pourvu que son action soit suffisamment prolongée, provoque donc la désagrégation complète des corps protéiques et la disparition des peptides, si gênants dans cet ordre de recherches. Dans les produits d'hydrolyse ainsi débarrassés de peptides et de matières visqueuses, on peut facilement isoler les acides monoamidés par cristallisation fractionnée, par éthérification ou par toute autre méthode, tandis qu'aux dépens des précipités phosphotungstiques on obtient, par les procédés connus, des picrates d'arginine et de lysine parfaitement purs.

V. — L'HYDROLYSE FLUORHYDRIQUE ET L'ATTAQUE MÉNAGÉE DES ALBUMINES RESPECTENT LES GROUPEMENTS NATURELS DES ACIDES AMIDÉS.

S'il est intéressant de mettre en évidence les divers constituants des molécules protéiques, il n'est pas moins important de savoir de quelle façon ils sont groupés dans les édifices moléculaires.

L'évolution des conceptions touchant les modes de liaison qu'affectent entre eux, dans les protéines, les acides aminés, apparaît historiquement depuis Schützenberger, qui croyait à la présence de groupements

$$CO\begin{cases}AzHR\\AzHR'\end{cases} \quad \text{et} \quad \begin{array}{l}CO-AzHR'\\ \;\;|\\ CO-AzHR\end{array},$$

jusqu'à Em. Fischer, qui n'admet guère que des peptides

$$AzH^2-R-CO-AzH-R'-CO-AzH-R''-CO-\ldots \text{etc}$$

Ces conceptions reposent sur des raisonnements indirects. Examinons-les :

1° Les faits sur lesquels Schützenberger avait basé sa théorie appellent une autre interprétation, puisque nos propres recherches sur la constitution des substances protéiques nous ont montré que les acides carbonique et oxalique, ainsi que l'ammoniaque, ne préexistent pas, du moins en proportion notable, et résultent de destructions profondes de la molécule.

2° Les méthodes de Curtius[1] et d'Em. Fischer[2] permettent de préparer des combinaisons artificielles d'acides amidés ; ce sont les polypeptides, qui présentent beaucoup d'analogies avec les dérivés naturels des substances protéiques: ainsi, quelques-unes d'entre elles peuvent être hydrolysées par le suc pancréatique.

3° D'ailleurs, pour comparer les polypeptides naturelles dérivées des protéines et les urées substituées par des radicaux d'acides aminés, nous avons préparé quelques-unes de ces urées[3]. Les corps que nous avons obtenus sont inattaquables par le suc pancréatique et n'ont aucun point de ressemblance avec les albumoses et les peptones.

Mais aucun de ces raisonnements indirects n'entraîne la conviction au même degré que la mise en évidence de corps naturels définis extraits des produits de l'hydrolyse des matières protéiques.

Nous avons pu retirer de la gélatine et de la pepsine hydrolysées par HFl à 20 °/₀, pendant trente-six heures, des corps possédant la constitution des dipeptides préparés par Fischer[4]. En effet, dans les liquides mères du picrate d'arginine et du picrate de lysine et en poursuivant le fractionnement des cristallisations, nous avons isolé des picrates cristallins bien définis, que l'analyse et l'examen des propriétés ont permis d'identifier avec le *tripicrate d'arginyl-arginine* $(C^{12}H^{26}Az^6O^3)(C^6H^3Az^3O^7)^3$ et avec *le bipicrate d'anhydrolysine* $(C^{12}H^{24}Az^4O^2)(C^6H^3Az^3O^7)^2$, que Em. Fischer avait préparés par condensation de l'éther méthylique de chacun des acides diamidés correspondants. Cette mise en évidence de groupements condensés : arginyl-arginine, lysyl-lysine, etc., dans les matières protéiques vient à l'appui des conceptions de Kossel[5]. On sait que ce chimiste, en étudiant, avec Goto, les propriétés des protones, a été conduit à supposer l'existence de l'arginine polycondensée dans la molécule des protamines.

Nous avons, du reste, vérifié que les peptides ainsi isolées ne dérivent pas d'une action condensatrice et anhydrifiante de l'acide fluorhydrique ; car, en faisant agir cet acide dans des conditions diverses sur l'arginine, la lysine et même les acides monoamidés, on n'observe aucune formation de peptides[1].

Enfin, nous avons réussi à isoler, par fluorhydrolyse ménagée de la gélatine, des substances ne renfermant pas plus de 3 ou 4 acides amidés (arginine, lysine, glycocolle et leucine ou phénylalanine). Nous avons pu en préparer les picrolonates cristallisés et nous en poursuivons l'identification avec les picrolonates de peptides artificielles.

En définitive, l'hydrolyse fluorhydrique, grâce aux conditions dans lesquelles elle s'effectue (température relativement basse et prolongation de la durée d'attaque), peut être très ménagée et apparaît comme remarquablement souple. Aussi pouvons-nous la préconiser comme permettant, concurremment avec la méthode d'Abderhalden[2] (acide sulfurique concentré à froid), de respecter certaines combinaisons naturelles dont l'étude éclaire le mode de groupement des acides amidés dans les molécules protéiques.

VI. — L'hydrolyse fluorhydrique et la séparation de constituants autres que les acides amidés, en particulier des sucres.

Tandis que l'hydrolyse pratiquée avec les acides chlorhydrique et sulfurique, lorsqu'elle est poussée jusqu'à la décomposition complète des peptides, ne permet pas de mettre en évidence les constituants autres que les amino-acides, à cause de son action destructrice, l'hydrolyse fluorhydrique, au contraire, respecte de façon remarquable les substances de cette catégorie.

Pour en déterminer la nature, nous avons mis en œuvre les procédés d'extraction des principaux groupes de corps auxquels on pouvait éventuellement penser. Après avoir vérifié que, dans la gélatine, l'osséine et l'ovalbumine hydrolysées par HFl, on ne rencontre, en qualité appréciable, ni acides gras inférieurs ou supérieurs, ni acides-alcools du groupe de l'acide lactique ou de l'acide hexosamique (tétraoxyleucine $COOH.CHAzH^2.(CHOH)^3.CH^2OH$), séparé de l'acide chondroïtine-sulfurique par Orgler et Neuberg[3], nous avons été conduits à l'hypothèse que les constituants encore inconnus des albumines pouvaient être des substances non acides appartenant au groupe des sucres. Cette hypothèse se confirme, si l'on considère que les substances qui sont détruites au cours de l'hydro-

[1] Curtius : *Journ. prakt. Chem.*, N. F., 1902, 1903 et 1904.
[2] Em. Fischer : *Ber. der deutsch. chem. Ges.*, 1903 et 1904.
[3] Hugounenq et Morel : *C. R.*, 1905 et 1906.
[4] Em. Fischer et Suzuki : *Ber. der deutsch. chem. Ges.*, t. XXXVIII, p. 4173.
[5] Kossel : 35e Congrès de l'Assoc. franç. pour l'avanc. des Sc., Lyon, 1906.

[1] Hugounenq et Morel : *Comp. Rendus*, 1909.
[2] Abderhalden : *Zeit. physiol. Chem.*, 1909.
[3] Orgler et Neuberg : *Zeit. physiol. Chem.*, t. XXXVII, p. 407.

lyse ou qui échappent aux méthodes habituelles de séparation sont facilement oxydables. On connaît, d'autre part, les arguments que la physiologie et la clinique ont multipliés en faveur de la formation dans l'économie du glucose aux dépens des matières protéiques[1].

Rappelons enfin, à titre de preuve directe, que les travaux de Langstein[2] et Frænkel[3] et d'autres chimistes[4] ont montré que, dans certaines protéines proprement dites (ovalbumine, sérum-albumine), on peut mettre en évidence un amino-sucre réducteur : la glucosamine $CHO.CHAzH^2.(CHOH)^3.CH^2OH$, dont l'imperfection des procédés de séparation ne permet d'extraire qu'une faible quantité.

Frappés de ces diverses considérations, nous avons hydrolysé quatre matières protéiques : gélatine commerciale de carnasses, osséine pure préparée par nous, ovalbumine, fibroïne de la soie. Nous les avons chauffées au bain-marie pendant 150 heures avec HFl à 18 °/₀ et nous avons essayé de séparer d'abord les corps réducteurs du groupe des sucres, puis les aminopolyalcools non réducteurs, en mettant en œuvre la méthode suivante :

1° *Recherche des sucres réducteurs.* — Les liquides provenant de la gélatine et de l'osséine sont totalement dépourvus de pouvoir réducteur.

Le liquide dérivé de la fibroïne de la soie ne réduit que très faiblement; celui qui dérive de l'ovalbumine agit, au contraire, fortement sur la liqueur de Fehling (le pouvoir réducteur, calculé en glucose, correspond à une teneur de 10,6 °/₀ du poids de l'albumine).

Par l'application de la méthode de benzoylation de Baumann, nous avons extrait du liquide dérivé de l'ovalbumine une forte proportion, égale à la moitié du poids de protéine hydrolysée, d'un dérivé benzoïque insoluble dans les alcalis. Après purification, ce dérivé est demeuré quelque temps pâteux, puis a abandonné des cristaux qui, après plusieurs cristallisations dans l'acide acétique cristallisable, se sont montrés identiques avec le pentabenzoate de glucosamine $(C^6H^8AzO^5)(C^6H^5CO)^5$ étudié par Pum[5]. Le liquide mère des cristaux n'était autre que le tétrabenzoate de glucosamine $(C^6H^9AzO^5)(C^6H^5CO)^4$ décrit par Müller[6].

La saponification de ces dérivés benzoylés présente de très grandes difficultés, déjà signalées par cet auteur; cependant, nous avons réussi à régénérer la glucosamine, dont nous avons vérifié la teneur en Az, le pouvoir réducteur et la transformation en glucosazone.

Il faut en conclure que l'hydrolyse fluorhydrique, même poussée à fond, et après cent cinquante heures de chauffe, respecte très bien la glucosamine.

Ce n'est pas tout.

2° *Recherche des amino-polyalcools non réducteurs.* — Les liquides d'hydrolyse dérivés de la gélatine et de l'osséine ne renferment pas, comme nous l'avons dit, de sucre réducteur; néanmoins, la benzoylation nous a donné ici des résultats inattendus. En agitant les liquides, alcalinisés par la soude et fortement refroidis, avec un grand excès de chlorure de benzoyle, nous avons observé la formation d'abondants dépôts insolubles dans les alcalis, même après une agitation prolongée. Ces dépôts, parfaitement débarrassés par lavage à l'eau alcaline des dérivés benzoylés des amino-acides et repris par l'éther, correspondent, après départ de ce dissolvant, à une fois et demie le poids de gélatine commerciale[1], à la moitié du poids de l'ovalbumine; ils ne cristallisent pas, même après plusieurs jours de repos à basse température.

Analysés tels quels, ils donnent, l'un et l'autre, en Az, C et H, ainsi qu'en acide benzoïque libérable par saponification, des chiffres correspondant très exactement avec l'hexabenzoate d'un aminohexanepentol : $CH^2OH.CHAzH^2.(CHOH)^3.CH^2OH$ ou glucamine.

La saponification de ces produits benzoylés est très difficile, et l'étude des dérivés qu'on en retire n'est pas encore assez avancée pour que nous nous étendions sur ce sujet, qui sera développé ultérieurement. Nous pouvons ajouter, cependant, que nous avons obtenu, à partir de l'hexabenzoate, le dérivé monobenzoylé $CH^2OH.CH.AzH(CO.C^6H^5).(CHOH)^3.CH^2OH$, en décomposant l'hexaéther par l'éthylate de sodium glacé.

Nous avons même réussi à isoler des produits d'une saponification plus complète l'oxalate très bien cristallisé d'une base qui présente les plus grandes analogies avec la glucamine $CH^2AzH^2.(CHOH)^4.CH^2OH$, préparée par Maquenne et Roux[2] à partir de la glucosoxime $CH^2AzOH.(CHOH)^4.CH^2OH$.

Ces résultats, très encourageants, suffisent à montrer qu'il existe dans les matières albuminoïdes des constituants différents des amino-acides et des aminosucres, ces constituants ne se dissolvant pas dans les alcalis et ne réduisant pas la liqueur de Fehling, quand ils ont été dégagés de leur combinaison benzoïque. Ces corps nouveaux, que l'acide

[1] Consultez : R. Lépine : « Le diabète sucré », chez Alcan, 1909 : p. 30, 105, 137, 283, 378.

[2] Langstein : *Zeit. physiol. Chem.*, t. XXXI, p. 49.

[3] Frænkel : *Monatshefte f. Chem.*, t. XIX et XXIV.

[4] Consultez Langstein : *Ergebnisse der Physiologie*, t. I, p. 60, et t. III, p. 453.

[5] Pum : *Monatshefte für Chemie*, t. XII, p. 435.

[6] Müller : *Zeit. f. Biologie*, t. XLII, p. 468.

[1] Il s'agit de gélatine blanche fabriquée avec des carnasses (déchets de peaux, tendons, etc.), riches en tissu conjonctif et en cartilage.

[2] Maquenne et Roux : *C. R.*, t. CXXXII, p. 980.

fluorhydrique dégage inaltérés de la molécule protéique, ne présentent que la fonction amine et la fonction alcool.

Ce qui précède suffit à montrer tout le parti qu'on peut tirer de l'hydrolyse fluorhydrique des albumines. Cette méthode joint, en effet, à l'avantage d'assurer une décomposition complète avec des rendements plus élevés, la faculté d'opérer graduellement une désagrégation plus ou moins profonde de la molécule. Enfin et surtout, elle libère et permet d'isoler des constituants autres que les amino-acides : les amino-polyols du groupe des sucres.

Il est, pensons-nous, inutile de faire ressortir toute l'importance de cette dernière constatation.

Dr L. Hugounenq,
Prof. à la Faculté de Médecine de Lyon,
Correspondant
de l'Académie de Médecine.

Dr A. Morel,
Agrégé
à la Faculté de Médecine
de Lyon.

REVUE ANNUELLE DE ZOOLOGIE

PREMIÈRE PARTIE : ZOOLOGIE GÉNÉRALE

Le seul espoir que l'on puisse avoir en écrivant une revue de Zoologie est de signaler un certain nombre de contributions de fait, intéressantes, soit en elles-mêmes, soit par leur application aux idées générales qui dominent la Biologie, et d'ailleurs fréquemment contradictoires dans l'état actuel de nos connaissances. Il est de plus en plus interdit à nos forces d'embrasser tout ce qui se publie, ni de le juger sur-le-champ d'une façon vraiment sûre. Sous ces réserves, glanons donc, en les groupant autour d'un certain nombre de grandes questions et en les rattachant à ce que nous avons relevé dans les revues précédentes, un certain nombre de travaux parus depuis deux ans.

I. — Périodiques nouveaux.

Les périodiques continuent à se multiplier, affirmant deux tendances que nous avons déjà signalées : une spécialisation croissante, répondant au développement de nouvelles branches particulières de la Biologie, et une internationalisation dans la collaboration. Ce sont des phénomènes naturels; nous, Français, pouvons seulement regretter que ce soit trop exclusivement en Allemagne, sous l'égide et au profit de la librairie allemande, qu'ils se manifestent. A ce mouvement répondent : l'*Archiv für Zellforschung*[1], périodique de Cytologie générale sous la direction de R. Goldschmidt; l'*Internationale Revue der gesammten Hydrobiologie und Hydrogeographie*[2], qui s'ajoute aux *Annales de Biologie lacustre*, fondées un peu auparavant à Bruxelles. De même, pour les questions d'évolution, deux recueils nouveaux sont à signaler : *Zeitschrift für induktive Abstammungs und Vererbungslehre*[1] et *Zeitschrift für den Ausbau der Entwicklungslehre*[2]. Sous le titre *Ergebnisse und Fortschritte der Zoologie*[3], Spengel a fondé un recueil où seront publiées des mises au point sur les progrès récents de grandes questions zoologiques, comme Renaut a fait en France avec la *Revue d'Histologie*. Cette idée est très féconde : il est indispensable que des spécialistes dressent de temps en temps le bilan de ce qui s'est accumulé dans les divers compartiments de la Zoologie.

Citons enfin un nouveau recueil anglais, *Parasitology*[4], dont le titre indique suffisamment le programme et l'intérêt actuel.

II. — Évolution.

Cette année 1909 était pour le transformisme un double centenaire : celui de la publication de la *Philosophie zoologique* par Lamarck et celui de la naissance de Darwin, dont *L'Origine des Espèces* atteignait en même temps un demi-siècle. La France et l'Angleterre ont célébré ces deux grands hommes. On a inauguré une statue de Lamarck au Jardin des Plantes le 13 juin, et en même temps la Société zoologique de France a publié un livre substantiel sur la vie et l'œuvre du fondateur du transformisme, par M. Landrieu[5]. Depuis plusieurs années, M. Landrieu a fouillé tous les documents relatifs à Lamarck, il en a médité l'œuvre, et ainsi, de la traduction du livre de Packard (paru il y a quelques

[1] Leipzig, Engelmann, t. I, 1908; t. II, 1909.

[2] Sous le patronage de A. Agassiz, Chun, Forel, V. Hensen, etc., et dirigée par Helland-Hansen, Karsten, Penck, Wesenberg-Lund, Woltereck, Zschokke. (Leipzig, Klinckhardt), t. I, 1908.

[1] Publié par Correns, V. Hæcker, Steinmann, von Wettstein, t. I, 1908.

[2] Publié par R.-H. Francé. Stuttgart, *Kosmos-Verlag* 1er vol., 1907.

[3] Jena, G. Fischer, t. I, 1908.

[4] Supplément au *Journal of Hygiene*, publié par Nuttall et Shipley. Cambridge (Univ. Press.), t. I, 1908.

[5] M. Landrieu : Lamarck, le fondateur du Transformisme : sa vie, son œuvre. Paris, *Soc. Zoologique de France*, 28, rue Serpente.

années), qui a été son point de départ, est sorti un ouvrage original auquel on recourra nécessairement.

Le centenaire de Darwin a été célébré à Cambridge avec un éclat plus grand encore. Il a donné lieu à de nombreux articles dans les périodiques biologiques de tous les pays. Les organisateurs des fêtes jubilaires ont imprimé à cette occasion la première version de *L'Origine des Espèces*, restée manuscrite et écrite en 1843. Ils ont publié en même temps un livre: *Darwin and modern Science*[1], où une série d'auteurs ont montré l'influence exercée par le darwinisme sur les diverses sciences biologiques et sociologiques.

Il a paru, en outre, sur le problème de l'Évolution divers livres. Nous citerons ici celui de Kellog[2], *Darwinism to day*, très darwinien, mais sans aller cependant jusqu'à tout expliquer par la sélection; les *Vorlesungen über Deszendenztheorie* de Lotsy[3], recueil de leçons sur le transformisme et qui constituent une très bonne mise au point de l'ensemble du problème; *La Crise du Transformisme* de F. Le Dantec, crise que l'auteur voit dans une opposition de principe entre la théorie des mutations de de Vries[4], si en faveur actuellement, et la notion même du transformisme.

Dans l'ensemble de la littérature transformiste contemporaine, on est de plus en plus frappé et aussi attristé de la forte poussée d'idées vitalistes qui surgissent surtout en Allemagne, et il est à noter qu'elles s'y réclament souvent de Lamarck. C'est ce qu'on trouvera particulièrement dans le livre de Pauly[5], qui va jusqu'à admettre dans chaque cellule un principe psychique, afin d'expliquer la coordination dans l'adaptation des diverses parties de l'organisme. K. C. Schneider[6] considère également le vitalisme comme la conséquence nécessaire des idées lamarckiennes. Boveri[7] pense, lui aussi, que la sélection et les principes de Lamarck ne suffisent pas à expliquer l'adaptation et penche également vers un psycho-vitalisme. H. Driesch continue à soutenir une thèse vitaliste dans ses divers écrits. Toutefois, ces tendances ne sont pas heureusement sans contre-partie, et nous citerons L. Plate[8] comme un des auteurs qui montrent une critique avisée et étendue dans les controverses actuelles sur les divers problèmes évolutionnistes.

[1] University Press, Cambridge, 1909.

[2] New-York (Holt.), 1907.

[3] Jena, G. Fischer, 2 vol., 1906-1908.

[4] A propos de la théorie des mutations, signalons brièvement les controverses qui se sont élevées sur le cas fondamental produit par de Vries, celui d'*Œnothera lamarckiana*. Boulenger (*Journal of Botany*, 1907), l'herpétologiste bien connu du British Museum, conteste que la preuve soit faite qu'il s'agisse d'une espèce autonome, dont les mutations seraient des variations nouvelles. Il admettrait plutôt (se basant notamment sur des observations faites en Bretagne, à Saint-Cast, et aussi sur des *Œnothera biennis* redevenus sauvages dans les jardins du British Museum) que l'*Œ. lamarckiana* soit un hybride de l'*Œ. biennis*. Ses mutations pourraient alors n'être que des cas de dissociation d'hybrides. Bateson a exprimé de son côté une idée analogue.

[5] Darwinismus und Lamarckismus. Munich, 1905.

[6] Einfuhrung in die Deszendenztheorie. Jena (Fischer), 1906.

[7] *Die Organismen als historische Wesen*. Würzburg, 1906.

III. — Hérédité. Hybridation. Mendélisme.

L'étude cytologique et principalement celle de la division cellulaire restent un des principaux terrains pour l'étude de l'hérédité, terrain qui, à vrai dire, prête beaucoup plus aux conjectures et aux hypothèses qu'à l'expérience décisive. La forme même de la figure caryokinétique, le rôle de la chromatine dans la fécondation suggéraient que cette substance devait jouer un rôle dans le transfert des propriétés héréditaires. Cette suggestion est devenue tyrannique. On a localisé dans la chromatine le siège matériel de l'hérédité. On a interprété dans ce sens le détail des phénomènes : de là les théories sur l'individualité et la différence qualitative des chromosomes, sur leur permanence, plus récemment sur leur conjugaison deux à deux, avant les divisions de maturation (qui précèdent la formation des éléments sexuels); de là l'idée que les chromatines paternelle et maternelle restées distinctes dans le soma et les glandes sexuelles ne se fusionnent qu'au moment de cette maturation. Ces idées, patronnées par des hommes tels que Strasburger, Boveri, Ed. Wilson[2], sur lesquelles ont été édifiées les théories de Weismann, continuent à être illustrées par de nouveaux exemples; nous les trouvons ainsi défendues par l'école de Louvain[3], par Mlle Bonnevie[4], par A. et K. Schreiner[5], etc.

Si ces idées directrices ont fait progresser beaucoup notre connaissance du noyau et des phénomènes de la maturation et de la fécondation, il n'en est pas moins vrai que l'expérience ne peut en vérifier d'une façon précise les points fondamentaux, tels que l'individualité des chromosomes. Une réaction est en train de se manifester contre la tyrannie véritable et dangereuse par son excès que ces hypothèses ont exercée.

Nous signalions dans notre dernière revue le

[1] Analyses critiques dans *Archiv. für Rassen und Gesellschaftsbiologie*, passim. — Die Beweismittel der Descendenztheorie und das Verhältniss von Lamarck zu Darwin, *Ibid.*, t. V, 1908. — Selektionsprinzip und Probleme der Artbildung, 3e édit., 1908 (Leipzig, Engelmann).

[2] Voir nos Revues précédentes : 1903, p. 615; 1906, p. 40-43; 1907, p. 837. — Cf. Boveri : *Arch. f. Zellforschung*, t. III, 1909.

[3] *La Cellule*, t. XXIV et XXV (voir en particulier les mémoires de W. Dutton, de Janssens et Willems).

[4] *Biolog. Bulletin. Woods-Holl*, t. XIII, 1907.

[5] *Vidensk. Selsk. Skrift.*, I, 1908.

vigoureux appel à la prudence lancé par F. Meves[1]. Presque en même temps, paraissait une autre critique, non moins énergique, des mêmes tendances, sous la plume de R. Fick[2], révoquant en doute presque toutes les affirmations régnantes. Fick, comme Meves, ne trouve, dans l'examen détaillé des faits, de preuves effectives, ni pour l'individualité et la diversité qualitative des chromosomes, ni pour leur conjugaison au début des divisions de maturation, ni pour l'état dissocié des chromatines paternelle et maternelle dans le soma, en particulier chez les hybrides. Le seul fait qui subsiste vraiment est la constance, dans une espèce donnée, du nombre des chromosomes. Mais ce n'est pas plus surprenant, dit-il, que la constance du nombre des étamines dans une plante, et ce serait la variabilité de ce nombre qui serait surprenante. Les chromosomes « ne sont que des unités tactiques pour les manœuvres de la division cellulaire ». C'est à des nécessités de cet ordre, non à l'hérédité, que se rattache sans doute la réduction de leur nombre, de $2n$ à n, lors de la préparation à la fécondation. Quant à l'hérédité elle-même, pourquoi en localiser le substratum exclusivement dans la chromatine? Son siège doit être bien plus général. Fick repousse, d'autre part, l'identification proposée par Semon entre l'hérédité et les phénomènes de mémoire; il admet la possibilité d'un idioplasma, au sens de Nägeli, sans aller jusqu'à le particulariser, avec Weismann, dans des corps figurés, dont les chromosomes seraient des assemblages. Les particules héréditaires doivent être, suivant lui, d'ordre intramoléculaire et, par suite, non limitées au noyau. S'il y a, au début de chaque génération sexuée, une autorégulation de la masse de la substance héréditaire, c'est un phénomène d'ordre moléculaire et non pas cellulaire, ni surtout nucléaire. Au reste, des faits nombreux (Cf. Rev., 1906, p. 84-86, et 1907, p. 838) montrent l'importance du cytoplasme ovulaire dans la morphogénèse de l'embryon[3] et dans son hérédité. Telles sont notamment les expériences de mérogonie ou d'hybridation entre espèces éloignées (Loeb, Godlevski, etc.). Ce qui se dégage donc notamment de cette critique, c'est un retour à la considération du cytoplasma extranucléaire dans l'étude de l'hérédité. Rabl[1], Conklin[2], défendent les mêmes idées. Meves[3], avec son souci habituel des données de fait précises, cherche dans le cytoplasme cellulaire les éléments auxquels on pourrait attribuer le rôle de support de l'hérédité. Cette tentative de localisation nouvelle sera passible d'objections analogues à celles faites précédemment aux chromosomes, mais, d'ici à ce qu'il en ait été abusé, elle peut conduire à d'intéressants résultats. Meves nous en fournit déjà, en nous en annonçant, en outre, une série d'autres. Les éléments qui, d'après lui, pourrraient, dans le cytoplasme, avoir une valeur spéciale pour l'hérédité sont les mitochondries de Benda (qu'il préfère appeler chondriosomes). Meves s'attache à prouver leur généralité (condition nécessaire) et, dans son Mémoire actuel, il montre qu'elles existent dans tous les tissus de l'embryon du poulet, entre la seconde moitié du premier jour de l'incubation et le commencement du quatrième. Elles existent d'ailleurs aussi dans l'ovule et dans le spermatozoïde et sont, par suite, d'origine mixte (paternelle et maternelle). Meves les suit dans leur destinée, et cette partie positive n'est pas la moins importante de son travail. Il les identifie avec les productions sur lesquelles Flemming avait édifié autrefois sa théorie filaire de la structure du protoplasma et aussi en partie avec les granules d'Altmann. De plus, d'après ses observations, lors de la différenciation des tissus, les mitochondries sont une catégorie d'éléments d'importance capitale, car ce sont elles qui donnent naissance aux fibrilles musculaires, aux neurofibrilles, aux fibres de la névroglie, aux fibres conjonctives et vraisemblablement aux produits de sécrétion. « Toutes ces différenciations, dit-il, si hétérogènes soient-elles, naissent par les métamorphoses d'un seul et même élément plasmatique, les chondriosomes. Les chondriosomes sont le substratum matériel des processus de différenciation qui se manifestent dans les substances spécifiques des divers tissus » (p. 845). On voit tout ce qu'une pareille conception appelle de vérifications et de recherches. « L'hérédité, dit-il encore (p. 850), est assurée, suivant moi, à la fois par le noyau et le cytoplasme : les qualités du noyau sont transmises par les chromosomes, celles du cytoplasme par les chondriosomes. » Ainsi, à côté de cette théorie de

[1] V. Rev. 1907, p. 835, note.

[2] Fick : Vererbungsfragen, Reduktions- und Chromosomenhypothesen, Bastardregeln. *Ergebn. Anat. und Entwicklungsgesch.*, t. XVI, 1907.

A signaler également, comme revue générale des faits et théories sur les chromosomes, l'article de V. Hæcker : Die Chromosomen als angenommene Vererbungsträger. *Ergebn. und Fortschritte der Zoologie*, t. I, 1908.

[3] En particulier, les faits relatifs à la polarité de l'œuf et à la répartition des substances différenciées à son intérieur. A ce sujet, on verra avec intérêt une série de mémoires récents où l'on étudie l'influence de ces substances sur la segmentation et la morphogénie, en faisant agir sur les œufs la force centrifuge. Les résultats obtenus sont assez divers suivant l'espèce employée et les conditions précises de l'expérience. V. notamment : Morgan (œuf de *Cumingia*. *Science*, 1908); — Morgan et Lyon (œuf d'*Arbacia*. *Arch. für Entwicklungsmech.*, t. XXIV, 1907); — Lillie (œuf de *Chetopterus*. *Journ. of experim. Zool.*, t. III, 1906); etc.

[1] Organbildende Substanzen und ihre Bedeutung für die Vererbung. Leipzig, 1906.

[2] The mechanism of heredity, *Science*, t. XXVII, 1908.

[3] Die Chondriosomen als Träger erblicher Anlagen. *Arch. für mikr. Anat.*, t. LXXII, 1908.

l'hérédité, passible de bien des objections dans son principe même, il y a là tout un programme d'observations positives et de vérifications, déjà en partie réalisé et certainement fécond.

En même temps qu'une réaction contre la localisation absolue du substratum de l'hérédité sur la chromatine du noyau, on peut enregistrer un retour en faveur de l'hérédité des caractères acquis, qu'à la suite de Weismann et de la théorie du plasma germinatif, la plupart des biologistes avaient complètement écartée. Nous trouvons cette tendance, par exemple, chez E. von Tschermak (qui, à la vérité, est un botaniste[1]), chez Semon[2], dont la théorie mnémique de l'hérédité s'accommode naturellement de la transmission des caractères acquis. Semon reprend d'ailleurs d'une façon critique toute l'argumentation de Weismann, réfute la distinction du soma et du germen et considère comme un exemple authentique d'hérédité des caractères acquis la transmission des aberrations obtenues par E. Fischer[3], sur des papillons, dans ses expériences sur l'action du froid et de la chaleur sur les pupes. Jennings[4] discute le même problème sur les Protozoaires, à propos d'expériences sur les Paramécies, où certains résultats (formation de chaînes d'individus qui ne se séparent pas) se présentent comme caractères acquis transmis. Il n'admet pas, d'autre part, la distinction établie par Weismann entre les Protozoaires et les Métazoaires et qui est basée sur la distinction du soma et du germen. Enfin, nous voyons la nécessité de la transmission des caractères acquis proclamée par E. Schultz[5], un des adeptes du néovitalisme à la façon de Driesch; pour cette école vitaliste, en effet, l'organisme, en tant qu'ensemble, possède des propriétés spéciales qui ne résultent pas seulement de celles des parties, et les cellules germinales, qui dérivent, suivant Schultz, des cellules somatiques par une réversibilité de différenciation (dédifférenciation), peuvent et doivent subir les empreintes acquises par les cellules somatiques. Mais cette argumentation est d'ordre métaphysique.

Dans le domaine des faits, nous mentionnerons la suite des expériences de Kammerer[6] sur la *Salamandra atra* et la *S. maculosa*. Il avait expérimentalement diminué la viviparité de la première et augmenté celle de la seconde, de façon à inverser les conditions naturelles de leur reproduction. Or, la génération suivante a gardé, en se reproduisant, les caractères ainsi modifiés : les *S. atra* ont donné de trois à cinq jeunes, ayant la forme larvaire, avec de courtes branchies et une large queue; un exemplaire montrait même des taches jaunes; par contre, les *S. maculosa* ont mis bas des jeunes très avancés, à branchies externes atrophiées. Il y a donc eu transmission héréditaire de la modification produite. Cependant, dans un des deux cas, au moins, on peut objecter qu'il n'y a pas véritablement caractère nouveau acquis, mais seulement réveil d'un caractère ancien et latent.

Des expériences de Kammerer, il convient de rapprocher la série si intéressante des recherches de Wintrebert[1] sur le déterminisme de la métamorphose des Batraciens et en particulier de l'Axolotl, où l'on trouve une analyse pénétrante, une critique expérimentale remarquable de l'action des facteurs externes et de l'hérédité. Laissant de côté les importants résultats obtenus sur les Anoures[2], nous nous bornerons à indiquer la discussion des conditions dans lesquelles s'effectue la métamorphose de l'Axolotl. Spontanée et se faisant normalement *dans l'eau*, au Mexique (Vélasco), elle présenta encore ces caractères chez les premiers individus que Duméril vit se transformer, au début de l'importation de l'espèce en Europe. Mais, depuis, la métamorphose ne s'effectue plus que par l'intervention de stimuli externes (*mise à l'air sec*, Wintrebert), et de plus en plus difficilement, au fur et à mesure que la race européenne d'Axolotls vieillit. Il y a donc là un caractère acquis (perte de la métamorphose, néoténie) sous l'action d'influences extérieures, qui se transmet et se renforce héréditairement, et, comme le suggère Wintrebert, il serait très intéressant d'observer ce que deviendraient nos Axolotls si on les replaçait au Mexique dans leur habitat naturel, de même qu'il serait très curieux d'observer l'allure d'individus qu'on importerait actuellement du Mexique.

L'Axolotl est un animal extrêmement intéressant, parce qu'il y a chez lui un équilibre véritablement instable entre l'hérédité et les actions extérieures, et Wintrebert a pu arrêter à mi-chemin sa métamorphose, en replaçant dans l'eau, en cours de transformation, un individu qui l'avait commencée

[1] Voir notamment : *Arch. für Rassen und Gesellschaftsbiol.*, t. V, 1908.

[2] *Ibid.*, t. IV, 1907.

[3] Voir un article d'ensemble d'E. Fischer sur ces expériences : *Arch. für Rassen und Gesellschaftsbiologie*, t. IV, 1907.

[4] *Journ. Exper. Zoology*, t. V, 1908.

[5] *Vorträge über Entwicklungsmechanik*, t. IV, 1908 Leipzig, Engelmann).

[6] *Arch. für Entwicklungsmech.*, t. XXV, 1907. Cf. Rev. 1907, p. 834-835.

[1] *C. R. Soc. Biol.*, passim 1905-1908; *Congrès Assoc. franç. Avanc. Sc.*, 1907 (Reims), 1908 (Clermont), 1909 (Lille).

[2] Notons seulement que Wintrebert a réfuté par des expériences précises les théories qui attribuent à une action nerveuse, ou à l'asphyxie, le stimulus déterminant de la métamorphose. Il considère celle-ci comme une nécessité héréditaire, se faisant sentir sur l'ensemble des cellules de l'organisme et comme ayant apparu phylogénétiquement sous l'influence de facteurs externes, probablement du dessèchement périodique des marais.

sous l'influence de l'air sec, et qui s'est ainsi fixé à l'état de *demi-amblystome*[1].

Les faits les plus frappants d'hérédité des caractères acquis sont encore ceux apportés par les microbiologistes. L'exemple classique est celui des vaccins pastoriens. Ces dernières années, Ehrlich[2], Mesnil et Brimont[3] ont montré que l'on pouvait obtenir des Trypanosomes réfractaires aux médicaments qui agissent sur les races normales, ou bien aux sérums des animaux chez lesquels les Trypanosomes évoluent de façon à donner une maladie chronique. Cette propriété se conserve héréditairement, en dehors de la cause agissante. Elle est liée au parasite lui-même : une race qui manifeste sa résistance chez la souris peut ne plus la manifester chez le rat; mais, revenue chez la souris, elle la montre à nouveau. Ces races ont une spécificité assez étroite et certaines réactions d'immunité montrent qu'on a affaire à de véritables espèces secondaires.

Barfurth[4] a étudié la transmission héréditaire de l'hyperdactylie chez des poules. Certaines races (Houdan, Dorking) ont régulièrement un doigt supplémentaire et même quelquefois deux. Barfurth a croisé sept poules pentadactyles (trouvées dans une basse-cour de 220 individus) de race Orpington avec un coq normal de même race; 152 poulets obtenus se répartirent en 80 normaux et 72 pentadactyles. Le pourcentage de l'anomalie est donc passé de 3,2 % à 47,4 %. Mais s'agit-il ici d'un caractère nouveau (en tout cas congénital) ou la pentadactylie des mères tenait-elle à une impureté (Houdan ou Dorking) dans leur ascendance ?

L'un des aspects actuels des recherches sur l'hérédité est l'expérimentation sur les premiers stades du développement de l'œuf, après fécondation normale ou après hybridation. Herbst a consacré deux nouveaux Mémoires[5] à analyser l'hérédité, sur les œufs d'oursins hybridés, en cherchant à faire prédominer la tendance de l'un des parents. Il obtient la manifestation dominante des caractères maternels, en faisant précéder la fécondation d'un commencement de développement parthénogénétique. Dans son dernier Mémoire, il étudie très minutieusement comment se comportent dans ces expériences les deux pronucléi; il constate, d'une façon générale, que, si le spermatozoïde n'intervient qu'après un début de parthénogénèse, la chromatine paternelle ne prend pas part, d'une façon régulière, à la conjugaison des pronucléi; une partie de cette chromatine peut, par exemple, rester en dehors de la reconstitution des premiers noyaux de segmentation. Herbst voit donc, dans cette constatation tangible, l'explication probable de la déviation héréditaire ultérieure.

Hagedorn[1] a hybridé les deux espèces *Strongylocentrotus purpuratus* et *S. franciscanus* entre elles et avec les spermatozoïdes d'une Astérie (*Asterias ochracea*). Les hybrides ont montré, d'une façon constante, des caractères maternels purs.

Nous avons mentionné (Rev. 1907, p. 837) le développement des œufs d'oursins (*Strongylocentrotus*) obtenu par Kupelwieser, en faisant agir sur eux du sperme de Mollusque (moule). L'examen cytologique[2] a montré à l'auteur que, dans ce cas, le spermatozoïde produit un aster à l'intérieur de l'ovule, mais que son noyau ne se transforme pas et ne se fusionne pas avec le pronucleus femelle. La figure karyokinétique a donc une chromatine exclusivement maternelle, mais des pôles et des centrosomes paternels. Ce développement est donc presque une parthénogénèse. Dans les conditions des expériences de Kupelwieser, il ne se forme pas de membrane autour de l'œuf et il y a souvent polyspermie, ce qui empêche le développement. Loeb[3] a repris ces expériences, en faisant agir, en même temps que le sperme d'oursin, des doses convenables de NaOH et a ainsi déterminé la formation d'une membrane autour des œufs; il n'y a plus eu de polyspermie et un grand nombre d'œufs se sont développés. Des expériences témoins ont prouvé que la segmentation des œufs est bien due à l'action du sperme de mollusque. Les larves obtenues sont des plutei. Elles ont donc entièrement les caractères maternels, mais cela n'est pas surprenant, étant données les constatations cytologiques de Kupelwieser[4].

---

[1] Les Amphibiens sont une matière abondante à l'étude des adaptations plus ou moins complètes au milieu terrestre. On lira avec beaucoup d'intérêt l'étude que Siedlecki (*Bull. Acad. Sc. Cracovie*, 1908) a faite à Buitenzorg (Java) sur une grenouille (*Rhacophorus reinwardtii*), remarquablement adaptée à la vie arboricole.

[2] Ehrlich : *Berliner klin. Woch.*, 1907. — *Münch. mediz. Woch.*, février 1909.

[3] Mesnil et Brimont : *C. R. Soc. Biologie*, t. LXIV, 1908. — *Ann. Inst. Pasteur*, t. XXII, 1908, et XXIII, 1909.

[4] *Arch. fur Entwicklungsmech.*, t. XXVI, 1908.

[5] *Arch. für Entwicklungsmech.*, t. XXIV, 1907, et XXVII, 1909; Cf. Rev. 1907, p. 838.

[1] *Arch. für Entwicklungsmech.*, t. XXVII, 1909.

[2] *Arch. für Entwicklungsmech.*, t. XXVII, 1909.

[3] *Arch. für Entwicklungsmech.*, t. XXVI, 1908.

[4] A rapprocher des expériences d'hybridation ci-dessus, les travaux d'Iwanoff (*Arch. slaves Biolog.*, t. XII, 1906) sur la fécondation artificielle des Mammifères, qui, d'après l'auteur, aurait une valeur pratique considérable. Il a obtenu, grâce à elles, d'assez nombreux hybrides, notamment des zébroïdes (cheval × zèbre) et vu que leur sperme ne renferme pas de spermatozoïdes. Il a obtenu aussi deux hybrides d'une souris blanche ♀ avec un rat blanc ♂.

Il y aurait lieu de mentionner aussi de nombreuses Notes relatant des faits particuliers d'hybridation. Citons seulement : Wolterstoff (*Zool. Anz.*, t. XXXIII, 1908), hybrides de *Triton cristatus* et *T. vulgaris* = *T. blasii* de l'Isle; — Noack (*Ibid.*), hybrides de Félidés; — Roepke (*Jen. Zeitsch. für Naturw.*, t. XLIV, 1908), sur l'anatomie interne des

Les études sur l'hybridation tirent un regain d'actualité de la vogue de la loi de Mendel; la création du néologisme *mendeliren* en allemand est un petit symptôme entre beaucoup de la place que tiennent en ce moment les expériences à son sujet. Les vertus du mendélisme sont glorifiées particulièrement par W. Bateson[1], dans la leçon d'ouverture de la chaire de Biologie fondée à Cambridge pour l'étude des questions de *génétique*. L'individu se réduit, pour Bateson, à une somme de caractères unités existant d'une façon indépendante dans les gamètes et se combinant dans la descendance. Le problème de l'hérédité devient ainsi purement analytique; le sexe, en particulier, est un caractère mendélien; son déterminisme relève donc des mêmes méthodes. Bateson donne, dans cet article, les exemples les plus probants d'hérédité mendélienne étudiés récemment, notamment par lui et ses élèves; il insiste sur l'importance pratique que la doctrine peut avoir pour l'élevage et la culture, en permettant la réalisation *ad libitum* de telle combinaison de caractères utiles. En rendant compte, dans nos précédentes revues, des principales recherches sur le mendélisme, nous avons insisté, à diverses reprises, sur leur importance et leur fécondité; mais nous pensons toujours que, si un certain nombre de faits d'hérédité s'interprètent aisément et se prévoient même d'une façon assez précise par les conceptions mendéliennes, il serait exagéré de faire de celles-ci le pivot du problème général de l'hérédité. On peut noter, du reste, dans les travaux publiés, beaucoup d'arbitraire et de subjectivité, quant à la délimitation des caractères que l'on traite ensuite comme des unités réelles et indépendantes, et beaucoup de subtilité dans l'interprétation statistique des résultats, ou même dans celle de leur valeur qualitative. D'autre part, il est certain que nombre de faits d'hybridation résistent à la conception mendélienne. Tel est, en particulier, le cas du croisement des races humaines, ainsi que le fait remarquer K. Pearson[2], et cependant des auteurs d'une grande autorité, tels que Davenport[3], reconnaissent le mécanisme mendélien dans l'hérédité de la couleur de nos cheveux ou de celle de no yeux. Donc, tout en reconnaissant la fécondité de la conception mendélienne et sa valeur dans les problèmes pratiques de croisements, soit de végétaux, soit d'animaux (de *génétique*, suivant le terme anglais heureusement créé), il faut éviter de vouloir faire rentrer de force tous les faits dans ce moule. Il y a là une suggestion aussi dangereuse que celle à laquelle ont conduit les conceptions de Weismann sur les particules héréditaires (conceptions d'ailleurs proches parentes du mendélisme), ou sur l'individualité des chromosomes[1].

Parmi les travaux les plus méthodiquement et patiemment conduits sur le mendélisme, sont certainement ceux de Lang sur le croisement entre l'*Helix nemoralis* et l'*H. hortensis*[2]. Il a publié à ce sujet un nouveau Mémoire[3], où il a étendu ses recherches à divers organes, en particulier aux organes génitaux, et il promet un ouvrage d'ensemble ultérieurement.

Pour terminer l'examen de ces questions en rapport avec le sexe, nous indiquerons une récente revue d'ensemble de Hartmann[4] sur les phénomènes de sexualité variés que présentent les Protistes, et qu'il distingue en amphimixie (la fécondation ordinaire), automixie (conjugaison de deux éléments cellulaires ou nucléaires ayant une origine commune très proche, et dont il distingue trois variétés : pædogamie, autogamie, pseudogamie), et apomixie (processus dérivé de la reproduction sexuée, mais où n'intervient plus de fécondation : parthénogénèse, apogamie). C'est particulièrement sur l'automixie qu'Hartmann s'étend, tant au point de vue des faits que de leur signification. Nous ne pouvons le suivre ici dans les spéculations auxquelles il se livre sur la filiation de ces divers processus. Notons, en particulier, que Hartmann, sans nier la grande signification biologique de l'amphimixie, au sens de Weismann, considère qu'elle ne peut plus expliquer la fécondation.

---

hybrides de Lépidoptères (*Smerinthus ocellata* × *S. populi*) obtenus par Standfuss.

[1] The methods and scope of genetics (Cambridge Univ. Press, 1908), traduit dans *Biolog. Centralbl.*, t. XXIX, 1909. Voir aussi son livre : Mendel's Principles of Heredity (Cambridge, University Press, 1909), dont nous avons eu connaissance trop tard.

[2] *Biometrica*, t. VI, 1908.

[3] Ch. B. et Gertrude Davenport : *Amer. Natur.*, t. XLVII, 1908; *Science*, t. XXVI, 1907. — Voir aussi : Ch.-B. Davenport : Determination of dominance in Mendelian inheritance. *Proc. Amer. Philosoph. Soc.*, t. XLVII, 1908.

[1] Une note de Ziegler (*Zool. Anz.*, t. XXXIII, 1908), sur la spermatogénèse d'*H. hortensis* et *H. nemoralis*, montre combien il est aisé de se laisser suggestionner; l'*H. nemoralis* présente quarante-huit chromosomes, dont deux grands qui ne se retrouvent pas dans toutes les spermatides. L'auteur explique les faits observés par Lang, dans le croisement des deux espèces (et conformes à la loi de Mendel), relativement à la transmission des bandes noires de la coquille, en supposant que les deux grands chromosomes représentent ces bandes. Sans doute, toutes les hypothèses sont permises, mais il est dangereux de déduire ensuite, quand elles sont aussi gratuitement établies, et on l'oublie trop souvent.

[2] Un espace de neuf ans n'a pu fournir que cinq expériences successives. La croissance des *Helix* est lente, et il est indispensable d'élever *ab ovo* les individus sur lesquels on opère d'abord, pour être sûr qu'ils soient vierges. Les spermatozoïdes introduits par un premier acccouplement restent, en effet, actifs pendant plusieurs années, et si un *Helix* a été fécondé une première fois par un individu de son espèce, en cas d'hybridation ultérieure, ce sont seulement ces premiers spermatozoïdes qui interviennent.

[3] *Festschrift Univ. Iena*, 1908; cf. Rev., 1906, p. 35.

[4] *Arch. für Protistenk.*, t. XIV, 1909.

IV. — Variation.

Une expérience de Marchal[1] sur un coccide de l'Acacia, le *Lecanium robiniarum*, montre sur le vif la formation d'une espèce nouvelle. Ce coccide, en effet, n'est signalé que depuis une trentaine d'années, et il a été décrit comme une espèce distincte, en 1890, par le savant le plus autorisé, Douglas. Il est invraisemblable de supposer qu'il ait existé antérieurement sur le *Robinia*, car, en raison de sa taille (celle d'un pois), il n'eût pas échappé à l'observation, soit en Europe, soit en Amérique, patrie de l'arbre : d'où l'idée qu'il devait provenir récemment d'un autre *Lecanium*, et Marchal a supposé que ce devait être d'un type très voisin, le *L. corni*, parasite du pêcher, du rosier et de la vigne. Marchal a placé alors sur un *Robinia* (en prenant les précautions d'isolement nécessaires) une femelle mûre de *L. corni*; elle a pondu, les larves ont grandi sur le *Robinia*; finalement, il a obtenu quatre individus adultes identiques au *L. robiniarum*. C'est la démonstration de la formation de cette forme aux dépens de *L. corni*. Marchal n'a pas pu réussir la transformation inverse, en mettant des *L. robiniarum* sur un pêcher, ni sur des rosiers ou des vignes. Il conclut de ses observations que le *L. robiniarum* n'est qu'une variété du *L. corni*. C'est, en effet, ce qui est conforme à nos habitudes en systématique. Mais il nous paraît non moins certain que nous avons là un exemple de la formation d'un type nouveau, par adaptation à des conditions nouvelles; d'ailleurs, en l'absence de l'expérience, les systématistes autorisés ont fait du *L. robiniarum* une espèce nouvelle autonome, et l'on peut supposer que plus d'une espèce nommée par eux dans les conditions habituelles prêterait aux mêmes considérations, si l'on expérimentait à son sujet comme l'a fait dans ce cas Marchal. La formation de ce type nouveau est, en outre, un exemple en faveur des idées lamarckiennes.

C'est encore à la variation sous l'influence de facteurs extérieurs que se rattache une Note de Tornier[2], qui montre l'influence de la nourriture sur la pigmentation des larves d'un Batracien, le *Pelobates fuscus*. Une nutrition insuffisante pousse vers l'albinisme, un excès de nourriture conduit au mélanisme. D'autre part, Powers[3] conclut, d'une façon analogue, des recherches sur l'*Amblystoma tigrinum*; selon lui, la plupart des variations individuelles constatées chez ce batracien sont déterminées pendant la vie larvaire par les facteurs extérieurs; la métamorphose tend à uniformiser.

[1] *C. R. Soc. Biol.*, t. LXV, 1908, et *Ann. Soc. Entom.*, t. LXXVII, 1908.
[2] *Zool. Anzeiger*, t. XXXII, 1907.
[3] *Stud. Zool. Labor. Univ. Nebraska*, Lincoln, 1907.

Woltereck a cultivé, d'une façon pure, en faisant varier diverses conditions[1], deux variétés de *Daphnia longispina* des deux lacs de Lünz et conclut que ce sont deux formes locales fixées; il exprime, en outre, l'opinion que la source de la formation des espèces doit être la variation continue sous l'action du milieu. Krätschmar[2] a étudié, d'autre part, le polymorphisme d'un Rotifère, l'*Anuraea aculeata*, par des élevages méthodiques. Il a vu les types à épines très courtes donner des œufs d'hiver d'où sortent des individus à épines longues. La longueur de celles-ci diminue graduellement pendant une série de générations parthénogénétiques jusqu'à ce qu'arrive la génération bisexuée qui forme les œufs d'hiver (*Dauereier*). Mais l'auteur n'a pas pu mettre en évidence une action nette de facteurs tels que l'éclairement, la nourriture, la viscosité, la température, sur ces variations; tout au plus ces agents ont-ils accéléré ou retardé le développement. Ces divergences montrent combien complexes sont les questions de cette nature.

Citons enfin un intéressant travail de Noack[3], dans lequel il décrit les rapides variations du crâne chez le loup et le chacal sous l'influence de la captivité et la ressemblance qui se manifeste dans les deux cas avec celui du chien. Aussi l'auteur fait-il dériver le chien du chacal et du loup plutôt que d'une forme sauvage spéciale, plus ou moins voisine du dingo.

V. — Sexe.

Dans les nombreux travaux sur le déterminisme du sexe, au milieu de résultats discordants, il apparaît cependant comme de moins en moins probable que le sexe puisse être déterminé sous l'action de facteurs externes au cours du développement.

H. D. King conclut dans ce sens, au sujet de l'influence possible de la nourriture sur les embryons d'Amphibiens (*Bufo*[4]). Le degré de maturité de l'œuf, lors de la fécondation, ne lui paraît pas non plus avoir d'influence décisive[5].

[1] *Verhandl. deutsch. zool. Gesellsch.*, 1908.
[2] *Internat. Rev. der gesammten Hydrobiol. und Hydrogeogr.*, t. I, 1908.
[3] *Zool. Anz.*, t. XXXI, 1907,
[4] *Biolog. Bull. Wood's Holl*, t. XIII, 1907, et XVI, 1909.
[5] Il y aurait lieu de mentionner ici les recherches faites sur l'influence des facteurs externes (température, nutrition, etc.), pour déterminer l'apparition de la reproduction sexuée chez les animaux qui se multiplient par bourgeonnement. Whitney (*Arch. für Entwicklungsmech.*, t. XXIV, 1907) a expérimenté à ce sujet sur l'Hydre verte et constaté que le froid (0° environ), suivi du jeûne (à des températures variant de 11 à 26°), amenait la production de spermatozoïdes puis d'ovules, tandis qu'une alimentation abondante, dans les mêmes conditions, empêchait l'apparition des cellules sexuelles. Des expériences analogues faites par

Le cas du Rotifère *Hydatina senta*, où Punnett (v. Revue 1907, p. 840) avait nié l'influence de la température (Maupas) et de la nutrition (Nussbaum), est encore le sujet d'expériences de Whitney[1] dont la conclusion est négative comme celle de Punnett, et l'auteur attribue la détermination du sexe à des facteurs internes.

On est donc amené de plus en plus à admettre que le sexe résulte de facteurs internes et qu'il est déterminé, au plus tard, lors de la fécondation. Nous avons relaté (Revue 1907, p. 838) les nombreux travaux inspirés surtout par Edm. Wilson, où la détermination du sexe est rattachée à la composition du noyau et plus spécialement aux chromosomes. La présence ou l'absence de chromosomes d'aspect et de dimensions spéciales (idiochromosomes), déterminerait le sexe, et les deux dispositions possibles seraient réalisées dans nombres égaux de gamètes lors des divisions maturatives. Le sexe du produit serait un phénomène d'ordre mendélien. Ed. Wilson et ses élèves ont continué à accumuler des faits dans ce sens, en étudiant la spermatogénèse de types nombreux, surtout chez les insectes[2]. Au fur et à mesure que ces recherches se multiplient, il faut noter que les résultats s'en diversifient, et Wilson, dans un de ses Mémoires récents (*Stud. on chromosomes, IV*), en fait une revue d'ensemble qui le conduit à distinguer au moins cinq cas et peut-être sept. Il serait trop long d'entrer ici dans les détails, pour lesquels nous renvoyons à l'original. On trouvera aussi une discussion étendue de l'ensemble des faits publiés dans un Mémoire tout récent de von Baehr[3] sur l'ovogénèse et la spermatogénèse de divers Aphides[4].

C'est également à une combinaison mendélienne que Correns[1] rapporte la détermination du sexe, au moins pour une partie des végétaux supérieurs, à la suite d'expériences d'hybridation entre le *Bryonia alba* (monoïque) et le *B. dioica* (dioïque). Nous mentionnons ici ce travail, quoiqu'il se rapporte aux végétaux, en raison du retentissement assez grand qu'il a eu et des analogies qu'il offre avec les recherches précédentes. Correns déduit de ses expériences que tous les éléments ♀ de *B. dioica* ont la tendance ♀, tandis que les éléments ♂ ont : 50 % la tendance ♂ et 50 % la tendance ♀. Il y a production d'un individu mâle quand la fécondation est opérée par un grain de pollen à tendance ♂ (qui est dominante), et la dissociation des deux tendances dans la lignée mâle se ferait lors des divisions maturatives[2].

VI. — Caractères sexuels secondaires.

Quel est le mécanisme de leur corrélation avec les glandes sexuelles? On est porté à admettre une sécrétion interne des testicules ou des ovaires, agissant pour déterminer les caractères sexuels secondaires. Cunningham[3] développe cette conception générale, d'une manière d'ailleurs toute théorique, et appelle (avec Starling) *hormones* les sécrétions en question (pour le moment hypothétiques); il imagine même un mécanisme de cet ordre pour expliquer l'hérédité des caractères acquis. G. Smith[4] objecte à Cunningham des faits tirés de la castration parasitaire des crabes par la sacculine. Un mâle châtré par elle acquiert des ca-

Frischholtz (*Biol. Centralbl.*, 1909) n'ont pas donné de résultats bien précis.

A propos de l'*Hydra viridis*, signalons le procédé très élégant, trouvé par Whitney (*Biol. Bull.*, t. XIII, 1907), pour la débarrasser de ses zoochlorelles; celles-ci sont rejetées dans le tube digestif et de là au dehors, quand on fait séjourner l'hydre dans une eau contenant 1,5 à 5 % de glycérine : l'hydre continue à vivre et peut être nourrie aisément.

[1] *Journ. Exper. Zoology*, t. V, 1907.

[2] Ed Wilson : Studies on chromosomes, IV et V. *Journ. Exper. Zoology*, t. VI, 1909. — N. M. Stevens : *Ibid.*, t. V, 1908, et VI, 1909. — A. M. Boring : *Ibid.*, t. IV, 1907. — H. Randolph : *Biol. Bull.*, t. XV, 1908. — P. Dederer : *Ibid.*, t. XIII, 1907. — Payne : *Ibid.*, t. XIV, 1908, etc.

[3] *Arch. f. Zellforschung*, t. III, 1909.

[4] Entre autres faits nouveaux, von Baehr a constaté que, dans la spermatogénèse d'*Aphis saliceti*, l'une des spermatocytes résultant de la première division de maturation avorte; celle qui persiste renferme l'hétérochromosome caractéristique du sexe femelle. Comme, d'autre part, l'œuf fécondé des pucerons donne nécessairement une femelle, l'auteur voit là une confirmation des idées de Wilson. En effet, par suite de l'avortement d'une spermatocyte de deuxième ordre, les spermatozoïdes qui ne renferment pas d'hétérochromosome ne se forment pas, et les seuls qui aboutissent sont ceux qui ont la structure caractéristique du sexe femelle; on s'explique donc l'absence totale de mâles dans les générations non parthénogénétiques, qui *a priori* semblait une objection décisive contre la théorie de Wilson.

Indiquons, du même auteur, un travail (*Zool. Jahrb* (*Anat.*), t. XXIV, 1907) où il a constaté que les œufs parthénogénétiques d'un Phasmide (*Bacillus rossi*) n'expulsent qu'un globule polaire.

[1] Correns : Die Bestimmung und Vererbung des Geschlechts, nach Versuchen an höheren Pflanzen. *Arch. für Rassen und Gesellschaftsbiol.*, t. IV, 1907, et à part.

[2] Il ne peut cependant, en tout état de cause, y avoir là une explication générale, car on s'expliquerait difficilement par un mécanisme mendélien les cas où les deux sexes sont numériquement très inégaux, et Montgomery (*Journ. Exper. Zoology*, t. V, 1908) vient d'en étudier avec précision un très caractéristique, celui d'une Araignée, le *Lathrodectus mactans*; les mâles sont faciles à reconnaître, étant dès la sortie du cocon beaucoup plus petits que les femelles. Montgomery a compté les sexes à la sortie du cocon, et, dans ses élevages, a trouvé 37.210 ♂ contre 4.539 ♀ (soit $\frac{♂}{♀} = 8,19$). Des cocons sauvages ont donné 3.866 ♂ contre 223 ♀ (soit $\frac{♂}{♀} = 17,3$); dans les cocons considérés isolément, le rapport a varié de 2 à 27. Resterait cependant à voir si la différence numérique entre les œufs des deux sexes ne s'explique pas par des circonstances de l'ovogénèse, telles que l'absorption de plusieurs cellules ovulaires sœurs par chaque ovule femelle définitif.

[3] *Arch. für Entwicklungsmech.*, t. XXVI, 1908.

[4] *Ibid.*, t. XXVII, 1908.

ractères sexuels secondaires de femelle en l'absence de tout ovaire; la sécrétion ne dépendrait donc pas de la présence de la glande même[1]. Nous avions relevé (Revue 1907, p. 841) l'intéressante expérience de Nussbaum, faisant réapparaître les caractères sexuels secondaires (tels qu'ils se manifestent lors du rut) chez le mâle châtré de *Rana fusca*, auquel il greffait sous la peau un morceau de testicule. Cela plaide en faveur d'une sécrétion testiculaire agissant directement ou indirectement par le système nerveux. Des expériences du même ordre, faites en châtrant des chenilles, par Oudemans[2] (*Oeneria dispar*) et par Kellog[3] (*Bombyx mori*), n'avaient produit aucune modification sur le papillon. Meisenheimer[4], de même, a opéré plus de six cents chenilles d'*Oeneria dispar*, entre la seconde et la troisième mue; les unes ont été simplement châtrées; chez d'autres, on a, en outre, transplanté des glandes génitales du sexe opposé (elles se sont développées après greffe), mais il n'y a pas eu, chez les papillons, d'altération des caractères sexuels secondaires. Ils sont restés ce qu'ils auraient été normalement. Meisenheimer conclut seulement qu'ils doivent être déterminés avant la seconde mue[5]. Kopec[6], lui aussi, a transplanté[7] des glandes génitales de Lépidoptères, d'un sexe à l'autre, ou injecté à des individus préalablement châtrés, soit de la substance de glandes génitales broyée, soit du liquide de la cavité générale d'individus du sexe opposé, mais sans obtenir d'altération dans la morphologie ni dans les instincts des papillons opérés.

[1] Smith fait remarquer, à l'appui de sa thèse, que, chez les Mammifères, le plein développement de la mamelle est en rapport avec la gestation, non avec l'ovaire; mais on peut opposer à cet argument les travaux récents relatifs au rôle du corps jaune, qui est une partie de l'ovaire, et qui paraît, au moins chez certains animaux, commander les transformations de l'utérus, et par suite être à l'origine des transformations des glandes mammaires. Voir à ce sujet les travaux de Ancel et Villemin (*C. R. Soc. Biol.*, t. LXIII, 1907), et Bouin et Ancel (*Ibid.*, t. LXV, 1908, et LXVI, 1909 *passim*). Chez la femme et la chienne, où l'ovulation est spontanée, les auteurs montrent que le corps jaune précède la menstruation pour la première, le rut pour la seconde. Chez la lapine, où l'ovulation suit l'accouplement, ils font couvrir la femelle par un mâle dont les canaux déférents sont réséqués; et, suivant qu'ils laissent évoluer ou non le corps jaune, ils voient se produire ou non toutes les transformations de l'utérus qui précèdent la fixation de l'embryon.

Sur le déterminisme de l'ovulation et des modifications consécutives de l'utérus, voir aussi les notes de Regaud et Dubreuil (*C. R. Soc. Biol.*, t. LXIII, 1907; LXIV, LXV, 1908; LXVI, LXVII, 1909 *passim*), dont les conclusions sont compatibles avec les derniers résultats de Bouin et Ancel.

[2] *Zoolog. Jahrbücher* (System.), t. XII, 1899.

[3] *Journ. Exper. Zool.*, t. I, 1904.

[4] *Zool. Anz.*, t. XXXII, 1907, et Experimentelle Studien zur Soma und Geschlechtsdifferenzierung. Iena (Fischer), 1909.

[5] Hegner (*Journ. Exper. Zool.*, t. VI, 1909) a fait, sur l'œuf de certains Chrysomélides, des constatations qui montrent la précocité de la différenciation des glandes génitales et peut-être des caractères sexuels. Si l'on enlève, en effet, à l'œuf non segmenté, un groupe particulier de granules situés dans la couche cytoplasmique, près du pôle postérieur ou, un peu plus tard, un groupe de seize cellules dans lesquelles ces granules sont inclus), on obtient des individus châtrés.

[6] *Bull. Acad. Cracovie*, novembre 1908.

[7] Signalons ici, à propos de transplantation, quoiqu'elles aient été faites dans une autre intention (celle d'essayer de modifier l'hérédité), les expériences de Guthrie sur des poulets. Il transplante chez une poule noire l'ovaire d'une blanche, et inversement. Il voit ensuite quelle est la couleur des descendants. Ses résultats sont trop peu nombreux pour avoir une signification précise.

Citons aussi comme ouvrage d'ensemble : *Regeneration und Transplantation*, de Korschelt. Iena (Fischer), 1907.

VII. — Géographie zoologique. — Faunes.

Signalons d'abord, comme manuel de détermination pouvant être très utile, la *Deutsche Süsswasserexcursionsfauna*, qui a commencé à paraître cette année, sous la direction de Brauer[1], avec la collaboration de divers spécialistes.

Nous mentionnons pour mémoire les contributions documentaires à la faune du globe, fournies par les diverses expéditions océanographiques en cours de publication[2], et nous nous attachons seulement à quelques faits particuliers ayant un intérêt général.

Germain[3] a publié une très importante thèse sur la faune malacologique de l'Afrique équatoriale; on y trouvera, basée sur une documentation très abondante et personnelle, la discussion des diverses hypothèses sur les anciennes connexions territoriales de l'Afrique avec l'Amérique du Sud et l'Inde, etc.[4].

On lira aussi avec fruit un article de Hagmann[5], d'ordre plus restreint, sur les Mammifères terrestres de Mexiana, l'une des îles situées dans l'estuaire de l'Amazone. La largeur des bras du fleuve et la rapidité des courants y rendent toute migration de Mammifères extrêmement difficile. L'île constitue donc une aire de ségrégation pour ceux qui s'y trouvent. Hagmann n'y a pu collectionner que quatorze espèces (la grande île voisine de Marajo lui a fourni cinquante espèces de grande taille); or, chez toutes, et bien qu'il n'ait eu que des matériaux restreints, il a trouvé de nombreuses variations par rapport aux formes correspondantes du continent, notamment une réduction de taille, de fréquentes anomalies dentaires, etc.

[1] Iena, Fischer, 1909. Suite de fascicules.

[2] Prince de Monaco, Expéd. Charcot, *Valdivia*, *Siboga Gauss*, *Belgica*, *Discovery*, *Scotia*, Expéd. antarctique suédoise, etc...

[3] *Arch. Zool. Exper.* (sér. 5), t. I, 1909.

[4] Von Jhering a réuni, sous le titre *Archhelenis et Archinotis* (Leipzig, Engelmann, 1907), les divers Mémoires publiés précédemment par lui sur la faune malacologique de l'Amérique du Sud et les problèmes connexes de Géologie.

[5] *Arch. f. Rassen und Gesellsaftsbiol.*, t. V, 1908.

Cela a été particulièrement accentué sur les espèces de grande taille, dont la population et, par suite, les possibilités d'amphimixie sont restreintes. Les grandes espèces ont une tendance à être éliminées d'un milieu ainsi confiné; les petites subsistent, mais en variant. Des études de cet ordre illustrent très bien le transformisme actuel[1].

L'article de Steinmann[2] sur la faune des ruisseaux de montagne offre aussi un intérêt général, parce qu'il montre bien les traits communs aux animaux de ce milieu : la convergence sous l'action de l'eau courante et qui se traduit par l'aplatissement dorso-ventral, la différenciation d'appareils de fixation, l'alourdissement (tubes des phryganes), la grosseur des œufs et l'allongement de la vie embryonnaire, enfin la reproduction à basse température. Cette faune est le résidu localisé de celle des eaux douces de la période glaciaire.

Dans le domaine de l'océanographie biologique, nous mentionnerons un nouveau travail de Lohmann[3] sur le dosage du plancton (Cf. Rev. 1903, p. 624) par les méthodes indiquées par Kofoïd (filtration sur papier buvard, etc.). Ces procédés, outre qu'ils rectifient les données quantitatives, permettent l'observation des petits organismes qui passent à travers le filet de soie à bluter. Tels sont les Coccolithophorides, sur lesquels le même auteur publie un intéressant article[4]; ils s'accumulent sur le fond, au point qu'on en évalue le nombre à 500 millions par mètre carré en certains endroits, mais on les trouve aussi, en abondance, dans les excréments d'animaux pélagiques (Salpes, Ptéropodes, etc.), qui en sont de véritables collecteurs.

Sur ce grand problème de la répartition et de l'équilibre de la vie dans l'Océan, Pütter[5] a publié un Mémoire des plus suggestifs sur le cycle de la substance vivante dans les eaux. Il fait toucher l'erreur de raisonnement qui a consisté à appliquer sans contrôle aux organismes aquatiques ce qui est sûr pour les animaux terrestres, à savoir que leur nutrition se fait principalement par absorption de matériaux solides. Pütter fait remarquer que l'eau de mer renferme des masses énormes de carbone à l'état de combinaisons dissoutes (65 milligrammes par litre dans le golfe de Naples, d'après ses mesures). Il y aurait d'après lui, dans l'eau de mer, 24.000 fois plus de carbone dissous (dont 17.000 à un état différent de CO^2) que de carbone solide sous forme d'organismes, et c'est surtout de ce carbone dissous que beaucoup d'animaux marins inférieurs doivent se nourrir. Des calculs de Pütter (faits sur une Eponge : le *Suberites domuncula*, sur des Radiolaires : les *Collozoum*, etc.) font ressortir que c'est seulement en faisant entrer en jeu le carbone dissous qu'on arrive à des chiffres raisonnables. On peut imaginer que l'absorption s'en fait par osmose, comme pour le CO^2 de la respiration et par les mêmes organes. Ces simples indications font concevoir l'importance du problème ainsi posé.

Enfin, nous rattacherons à l'océanographie zoologique les résultats obtenus sur les migrations de l'Anguille. C'est il y a quelques années seulement qu'on a établi vraiment que les Leptocéphales sont les larves des Anguilles. J. Schmidt[1], réunissant toutes les données acquises, conclut que les Anguilles des fleuves de l'Europe septentrionale doivent naître et se développer au bord de la grande falaise sous-marine, dans les profondeurs de 1.000 brasses, par environ 10° long. O. C'est là, en effet, que l'auteur a constaté les essaims de Leptocéphales (mesurant environ 7 centimètres) qui doivent effectuer leur migration vers la côte en un an environ. Les stades qui précèdent et les circonstances de la ponte sont encore inconnus, mais on peut considérer comme certain que les œufs sont bathypélagiques[2].

M. Caullery,
Professeur
à la Faculté des Sciences de Paris.

F. Mesnil,
Chef de Laboratoire
à l'Institut Pasteur.

[1] Du même auteur, signalons une intéressante note (*Mitth. geolog. Landesanstalt Elsass-Lothringen*, t. VI, 1908) sur les variations de la marmotte. L'*Arctomys primigenius* de la période glaciaire est la souche des deux espèces actuelles (*A. marmotta* de nos montagnes et *A. bobac* des steppes russes), qui se sont différenciées par ségrégation.

Sur l'importance de la ségrégation pour la formation des espèces, on lira avec profit un Mémoire de K. Jordan (*Zeitsch. für wiss. Zoologie*, t. LXXXIII, 1905), résultat de longues recherches sur les Lépidoptères.

[2] *Ann. Biolog. lacustre*, t. II, 1907.

[3] *Wissensch. Meeresunters.*, N.-F., t. X, Abth. Kiel, 1909.

[4] *Internat. Rev. der gesammten Hydrobiol.*, etc., t. I, 1908.

[5] *Zeitsch. für allg. Physiologie*, t. VII, 1907. — Cf. analys. in *Rev. du Mois*, t. V, p. 487.

[1] *Conseil permanent pour l'explor. de la mer du Nord*, Rapp. et procès-verbaux, t. V.

[2] Sur les migrations et la détermination de l'âge de l'Anguille basée sur les écailles; voir également un Mémoire de Genzoë (*Rep. danish Biol. Stat. to Board of Agric.*, t. XIV, 1908).

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Perret (E.), *Lieutenant de Vaisseau, Professeur à l'École navale.* — **Navigation. (Instruments. Observations. Calculs).** — 1 *vol. de l'Encyclopédie scientifique publiée sous la direction du Dr Toulouse.* (*Prix*: 5 fr.) *O. Doin, éditeur. Paris*, 1909.

Ce livre, qui appartient à la Bibliothèque de Mathématiques appliquées de l'Encyclopédie publiée sous la direction du Dr Toulouse, expose les méthodes et les moyens employés aujourd'hui pour la conduite des navires. Monographie particulière dans ce vaste ensemble, il contient seulement au début, avec un tableau des notations employées, un rappel des plus succincts des formules relatives à l'ellipsoïde terrestre et de celles de la trigonométrie sphérique dont on fera usage; puis l'auteur entre de plain-pied dans son sujet avec la « navigation par l'estime », c'est-à-dire par cheminement. Après une description sommaire du compas, on étudie comment corriger ses indications pour les rapporter aux pôles vrais de la Terre, et comment vérifier à la mer que ces corrections sont exactes. Vient ensuite l'exposé des différents lochs réclamés par les vitesses sans cesses croissantes des navires. L'étude complète des cartes marines, qui suit, explique et montre que la représentation de Mercator adoptée par les marins est purement conventionnelle et n'a d'autre but que la simplification considérable des problèmes de navigation, qu'elle ramène, en effet, aux opérations graphiques les plus élémentaires. — Les instruments primordiaux de toute navigation ainsi passés en revue, le problème du point estimé est ensuite abordé et, par conséquence immédiate, celui des navigations loxodromique et orthodromique, correspondant soit au plus court chemin sur la carte, soit au plus court chemin sur l'ellipsoïde terrestre. Bien entendu, la discussion rationnelle de ces deux genres de navigation suit cet exposé.

Cette navigation première ainsi dégagée, l'auteur aborde la « navigation astronomique ». Suivant le même processus que précédemment, il commence par expliquer les ouvrages et instruments qu'elle nécessite. La « connaissance des temps » retient d'abord son attention : à noter, dans ce chapitre, le paragraphe relatif à l'interpolation; M. Perret y montre clairement comment et pourquoi ont été choisis les différents échelons des tables de cet ouvrage, et en déduit le procédé optimum d'interpolation dans chaque cas. A propos de l'usage de ces tables se trouve traité le problème général de la conversion des temps simultanés, en supposant toutefois toutes les notions d'astronomie nécessaires acquises.

Le sextant est ensuite décrit et analysé en détail, avec les erreurs possibles et probables et les vérifications et rectifications indispensables. L'usage de cet instrument conduit logiquement à exposer les corrections que doivent subir les angles mesurés pour passer de l'apparence à la réalité, et, naturellement, l'auteur traite la question de la correction des hauteurs.

Enfin, le dernier, mais le plus précieux des instruments du navigateur, le chronomètre, est l'objet d'une étude approfondie, avant de passer au problème du point proprement dit. L'importante question du réglage des chronomètres y est divisée en trois parties. Dans la première, on traite de la détermination de l'état absolu au moyen des différents calculs d'heure (calcul par hauteurs considérées isolément, puis réduction par séries de hauteurs, enfin méthode des hauteurs égales, la plus précise de beaucoup, surtout si l'on se sert de l'astrolabe à prisme, dont il n'est fait que mention avec indication des traités spéciaux sur ce sujet, et, cas particulier de celle-ci, méthode des hauteurs correspondantes). La détermination de l'état absolu par comparaison dans un observatoire ou au moyen des différents signaux horaires est mentionnée ensuite. Dans une seconde partie, on s'occupe des marches des chronomètres et de la façon de déterminer d'après les observations la marche la plus probable; puis, dans un troisième et dernier paragraphe, intitulé « variation des marches », l'auteur étudie le chronomètre proprement dit, c'est-à-dire ses variations avec la température et avec le temps, et montre comment on peut tirer parti des différentes observations et des diverses circonstances, afin d'arriver à connaître le « tempérament » propre de chacun des chronomètres. L'exposé critique des différents instruments du navigateur est alors achevé : les pages qui suivent vont montrer comment on utilise leurs indications dans le problème du point astronomique. Cette étude sera divisée en trois étapes : détermination d'un lieu géométrique du navire sur la sphère terrestre et image de ce lieu sur la carte; utilisation de ces lieux géométriques pour conclure le point observé (point à midi, point par hauteurs simultanées) et influence des erreurs des données sur le point conclu; enfin navigation sans chronomètre.

Le cadre du livre n'a pas permis de traiter la question des courbes de hauteur, et l'auteur a dû se contenter d'en énoncer les propriétés principales et de démontrer que la substitution de la droite de hauteur à la courbe était légitime, sauf dans quelques cas rares où il donne alors le moyen de tracer directement la courbe de hauteur. Il examine, en outre, quelques cas où le calcul de la droite de hauteur se simplifie en particulier celui de hauteurs circumméridiennes.

Dans la navigation sans chronomètre, on voit que, si l'on peut avoir avec assez de précision la latitude, soit par la méthode des circumméridiennes, grâce à un calcul d'heure approché lorsque l'on possède cependant une mauvaise montre, soit par la méthode des culminations indépendante de l'heure, par contre la longitude ne peut guère s'obtenir que par la distance angulaire d'un astre à la Lune, et le rapide exposé de la méthode qui en est fait suffit à en montrer toute l'illusion en pratique. Toutefois, lorsque les progrès de l'optique auront augmenté suffisamment la puissance des jumelles de dimensions pratiques, l'Astronomie pourra fournir aux navigateurs, au moyen des occultations des étoiles moindres, un excellent procédé de connaître la longitude.

M. Perret complète son livre par un appendice sur le calcul logarithmique (emploi et choix d'une table, exécution matérielle d'un calcul), puis il montre la précision avec laquelle les logarithmes donnent le résultat, et l'ouvrage se termine par quatre tables complémentaires des tables de logarithmes ordinaires, sur la réfraction astronomique, la correction d'azimut dans le tracé d'une droite de hauteur, la droite de hauteur au moyen de la polaire, et la distance entre la courbe de hauteur et la droite de hauteur, ainsi que par quatre types de calcul courants : calcul d'heure par hauteurs correspondantes, calcul d'une droite de hauteur (2 méthodes) et enfin point complet par hauteurs simultanées d'étoiles.

En somme, dans son livre, M. le lieutenant de vaisseau Perret s'est appliqué à condenser tout ce qui pouvait être pratiquement utile aux navigateurs et à

exposer cet ensemble aussi scientifiquement que possible, c'est-à-dire d'une manière à la fois précise et critique. Son livre forme ainsi un véritable manuel de l'officier de navigation; mais qu'il nous soit permis cependant de regretter de ne pas voir dans cet ouvrage un aperçu de la théorie des marées et surtout un résumé de celle des compas. Ce sont là deux questions de toute première importance dans la navigation, et, s'il est vrai que tout navigateur aura sous la main les ouvrages sur ces sujets auxquels l'auteur renvoie lui-même dans son introduction, il eût cependant été dans le caractère de l' « Encyclopédie scientifique », semble-t-il, que cette monographie formât un tout complet et homogène sur toutes les questions primordiales de la Navigation. Il semble aussi qu'un rappel un peu moins succinct des notions relatives à l'ellipsoïde terrestre eût rendu ce livre plus abordable à beaucoup d'intéressés en le faisant plus autonome, c'est-à-dire indépendant de tout autre ouvrage, et cela sans l'alourdir. L'écriture en plusieurs lignes de la plupart des relations trigonométriques un peu longues en rend parfois aussi la lecture laborieuse, mais cela n'atténue cependant aucune des nombreuses et très sérieuses qualités de cet ouvrage, qui le font précisément désirer encore plus parfait.

J. Bion,
Enseigne de Vaisseau,
Diplômé de l'École supérieure d'Électricité de Paris.

2° Sciences physiques

Ruhmer (Ernst). — **La Téléphonie sans fil.** *Traduit de l'allemand par* M. L. Angel, *Ingénieur des Arts et Manufactures.* — 1 *vol. gr. in-8° de* 225 *pages avec* 151 *figures. H. Desforges, éditeur. Paris,* 1909.

Bien que l'on entende plus précisément par *téléphonie sans fil* l'étude des procédés qui ont pour objet la transmission de la parole par les ondes électriques, on ne saurait passer sous silence les tentatives antérieures qui ont été faites pour obtenir une pareille transmission, soit à l'aide des ondes lumineuses, soit par les moyens physiques les plus divers.

L'exposé que fait l'auteur de ces différentes tentatives constitue une introduction d'autant plus naturelle à l'étude de la téléphonie par ondes électriques que les procédés de transmission par ondes lumineuses et ondes électriques présentent nombre de caractères communs.

M. Ruhmer, dont la contribution à l'étude de la cellule de *sélénium* est bien connue, se trouvait particulièrement qualifié pour exposer la *photophonie*, où il a su obtenir des résultats tout à fait remarquables.

Ces développements sur la *photophonie* font saisir d'une manière claire le mécanisme par lequel les modulations de la parole peuvent influencer les ondes électriques, soit en modifiant *l'intensité* des ondes émises, soit en en modifiant la *période*.

L'auteur s'est étendu — un peu longuement peut-être — sur les nombreux et infructueux essais qui ont été entrepris, dès les débuts mêmes de la téléphonie sans fil, pour obtenir la transmission de la parole à l'aide d'oscillations excitées par *étincelles*. De pareilles tentatives étaient vouées à un échec certain, à cause de la discontinuité des décharges. La téléphonie sans fil ne pouvait avoir quelque chance de succès que le jour où l'on serait parvenu à substituer, à la succession de décharges discontinues et amorties que fournit l'excitation par étincelles, un train unique et continu.

C'est le résultat que permet d'atteindre le procédé de Poulsen. Aussi est-ce de l'apparition du procédé d'excitation par arc que datent les essais vraiment sérieux de transmission de la parole par ondes électriques.

M. Ruhmer, qui s'est occupé avec succès et de l'arc *parlant*, et de la production des oscillations continues, soit par l'arc à basse tension, soit par l'arc à haute tension, fait connaître tous les dispositifs utilisés et toutes les expériences exécutées.

L'auteur a eu l'idée heureuse de donner, en traitant chacune des questions qu'il rencontre, le résumé des théories générales capables de les faire comprendre même des non-spécialistes, initiative dont on doit le féliciter.

En dehors de la description des propres expériences de M. Ruhmer, l'ouvrage fournit par ailleurs des précisions techniques très complètes sur l'arc de Poulsen et son emploi, ainsi que sur les procédés plus récents de production des oscillations continues de haute fréquence.

Les spécialistes y trouveront, en particulier, à propos d'une discussion de priorité, fort intéressante d'ailleurs, de l'auteur avec Poulsen, une étude complète des procédés de soufflage magnétique.

L'on trouvera également traitée la question pleine d'avenir de la production des oscillations par les alternateurs à haute fréquence.

Bien que l'arc de Poulsen permette d'obtenir une solution immédiate du problème de la téléphonie sans fil, il paraît jusqu'ici difficile de lui donner une stabilité assez parfaite pour en rendre l'emploi vraiment industriel. Le problème serait complètement résolu si l'on parvenait à produire les oscillations à haute fréquence par des procédés purement mécaniques, à l'aide d'alternateurs, de même que l'on produit les courants alternatifs de basse fréquence. Dans la construction de pareils alternateurs, on rencontre malheureusement nombre de difficultés que l'auteur est en mesure de discuter avec une autorité d'autant plus grande qu'il a réalisé personnellement l'alternateur qui donne la fréquence la plus élevée qui ait été encore atteinte avec un alternateur (300.000 périodes p. sec.).

On trouvera dans des tableaux insérés dans l'ouvrage les principales données sur les divers alternateurs à haute fréquence qui ont été établis jusqu'à présent. Il faut savoir gré à M. Ruhmer d'avoir rassemblé ces documents qui étaient épars dans nombre de publications.

La lecture de l'ouvrage est d'autant plus attrayante que la traduction en a été faite d'une manière particulièrement élégante et claire, et que l'exécution typographique ne laisse rien à désirer. Ajoutons que l'ouvrage est précédé d'une préface substantielle de M. Blondel.

De consciencieuses références bibliographiques offrent au lecteur une mine de documents très riche en lui permettant de se reporter aux sources originales.

C. Tissot,
Professeur à l'École navale.

Euler (H.), *Professeur de Chimie à l'Université de Stockholm.* — **Grundlagen und Ergebnisse der Pflanzenchemie. I. Das chemische Material der Pflanzen.** (Fondements et résultats de la Chimie végétale. I. Les matériaux chimiques des plantes.) — 1 *vol. in-8° de* 238 *pages.* (*Prix* : 7 *fr.* 50.) *Vieweg et fils, éditeurs. Brunswick,* 1909.

Il est rare qu'une science se développe sans fournir à d'autres sciences des méthodes et des éléments de progrès supérieurs à ceux qu'elles tirent de leurs propres ressources. Aussi, à mesure que se sont étendues nos connaissances sur la composition et la constitution de la matière, nos moyens de pénétration des mystérieux phénomènes de la vie sont-ils devenus de plus en plus puissants.

La présence, dans l'organisme végétal, d'une multitude de substances dont les théories chimiques ont fait prévoir l'existence et réaliser la synthèse, n'est point sans soulever d'importants problèmes intéressant aussi bien la science pure que ses applications. Que l'on songe, en effet, à ce que l'existence et la succession, dans un ordre déterminé de composés, d'une structure particulière, d'une fonction définie, peuvent signifier

de précis au point de vue du travail chimique qui s'accomplit au fur et à mesure de la vie. Et n'est-ce pas ouvrir un champ nouveau et fécond à la curiosité scientifique que de fournir des matériaux nécessaires à l'étude des relations entre la forme, la structure des végétaux, l'ensemble de leurs caractères physiologiques et la présence permanente, chez eux, d'individus chimiques d'une fonction et d'une constitution déterminées? En d'autres termes, la classification botanique ne gagnera-t-elle pas en précision lorsqu'elle pourra s'appuyer d'une façon plus solide sur les données que la science moderne nous a fournies concernant la distribution des substances organiques dans le règne végétal ? Et je ne parle pas des nombreuses industries qui ont un profit immédiat à tirer de la connaissance de la présence, dans telle ou telle plante, des conditions de production et d'accumulation des substances qu'elles exploitent ou sont susceptibles d'exploiter.

Aussi serait-il superflu d'insister davantage sur l'intérêt qu'il y avait à dresser le catalogue méthodique de cette riche collection de principes définis qui peuplent l'organisme végétal. Non pas un catalogue formé d'une énumération banale, mais bien un catalogue avec commentaires judicieux, d'abord sur chaque groupe de corps possédant des liens de parenté, ensuite sur chaque individu en particulier. Tel est le travail qu'a exécuté avec soin et avec succès le Professeur H. Euler.

L'auteur établit, dans ce travail, trois grandes divisions correspondant respectivement aux combinaisons acycliques non azotées, aux combinaisons cycliques non azotées, aux combinaisons azotées. Dans chacune d'elles, il est conduit a examiner séparément les principales fonctions ou les groupes de corps bien définis, tels que les matières grasses, les hydrates de carbone, les glucosides, etc. Sommairement, mais d'une façon suffisamment précise, il définit chaque fonction ou chaque groupe de corps, en indique les propriétés et les réactions générales ; enfin il énumère les caractères particuliers de tous les principes végétaux, en indiquant d'une façon aussi complète que possible les espèces chez lesquelles ces principes ont été caractérisés.

Dans un semblable travail, englobant des connaissances si étendues, formé de matériaux si nombreux et primitivement si épars, quelques lacunes étaient inévitables, et, dans son ouvrage, M. H. Euler n'en a pas laissé de bien grandes, tout au moins en ce qui concerne les questions qui me sont le plus familières. Cet ouvrage a donc le mérite d'être aussi complet que le comportaient la multiplicité des matières et la variété des sujets. Je ne formulerai, à son adresse, qu'une critique relative à l'inobservance, dans un grand nombre de cas, des conventions typographiques réglant l'écriture des noms d'espèces botaniques, et aussi à l'oubli fréquent de signaler, à la suite des noms de plantes, les noms d'auteurs. Cette critique, toute légère et qui d'ailleurs pourrait s'appliquer à bon nombre d'autres ouvrages sinon à la plupart, ne réduit nullement le mérite du travail de M. H. Euler, document indispensable à tous ceux — et ils sont nombreux dans le monde scientifique — qu'intéressent les questions si prenantes de physiologie et de chimie végétales.

Eug. Charabot,
Docteur ès Sciences,
Membre du Conseil supérieur de l'Enseignement technique.

3° Sciences naturelles

Sion (Jules), *Ancien Elève de l'Ecole Normale supérieure, Docteur ès Lettres.* — **Les Paysans de la Normandie orientale. Etude géographique sur les populations rurales du Caux et du Bray, du Vexin normand et de la vallée de la Seine**[1]. — *1 vol. in-8° de 544 pages. (Prix: 12 fr.) Colin, éditeur. Paris,* 1909.

Ce livre est le tableau actuel et rétrospectif de la vie rurale dans la partie de la Normandie qui comprend le département de la Seine-Inférieure et l'arrondissement des Andelys dans l'Eure. Dans cette Normandie orientale, le peuple reconnaît depuis longtemps l'existence de plusieurs individualités régionales, de plusieurs pays : le pays de Caux et le Vexin, au sol limoneux reposant sur la craie, tous deux campagnes fertiles vouées à la grande culture; le pays de Bray, dépression verdoyante, destinée par la nature à l'herbage et à la pâture; enfin la vallée de la Seine où, sur les sables et graviers, se développent les prairies et les petites cultures, tandis que les versants sont couverts de vergers. La diversité physique de ces régions se reflète dans la diversité de leurs fonctions agricoles; et pourtant elles sont unies par une véritable solidarité économique qui date de très loin, de même qu'elles ont toujours été groupées dans le même assemblage politique : de là vient que M. Sion associe dans la même étude ces pays originaux. On pourrait, tout d'abord, s'étonner que Rouen, qui, par son industrie, son commerce et ses capitaux, a exercé et exerce encore une influence si profonde sur toutes ces campagnes, ne possède pas dans l'étude de M. Sion sa monographie particulière; mais c'eût été un nouveau travail de longue haleine que l'avenir nous réserve peut-être; en tout cas, la personnalité de cette ville n'est pas absente du livre; et souvent, à travers les chapitres, des remarques suggestives nous permettent de mesurer l'intensité de cette influence urbaine sur toute la vie rurale.

Le cœur du livre se compose de trois tableaux donnant l'aspect de la vie rurale en Normandie orientale à trois époques différentes : le Moyen-Age, le XVIIIe siècle et l'époque actuelle. Dans cet exposé de l'évolution économique du pays, on note à chaque instant un double souci, qui est la marque propre de l'originalité de l'auteur : d'abord, le souci d'analyser les rapports qui, à chaque époque, unissent le milieu humain au milieu physique; ensuite le souci de rechercher avec précision les traits particuliers à chaque époque et d'en composer une figure d'ensemble. Jamais ce double effort ne fléchit; il en résulte pour tout l'ouvrage une impression de force, l'impression que toujours une idée domine les faits.

Chacun des trois tableaux de géographie rétrospective fournit une masse de faits intéressants et nouveaux, que l'auteur a puisés, non seulement dans une bibliographie intelligemment interprétée, mais surtout dans les documents d'Archives. Au Moyen-Age, de grandes forêts s'étendent encore; autant que les champs, elles constituent un élément capital dans l'existence du paysan : droits d'usage et de vaine pâture, bois et jachères jouent un rôle essentiel dans l'économie rurale. La Normandie est alors, avant tout, une région de culture et d'élevage à la fois, de blé et de bétail. Elle connaît à peine le pommier : l'usage du cidre ne commence guère que vers 1550. Elle n'a d'industries que dans les villes. Au XVIIIe siècle, la vie économique des campagnes normandes est caractérisée par le développement de l'industrie textile; en 1782, la filature du lin et du coton occupait près de 200.000 personnes dans un rayon de 15 lieues autour de Rouen; c'était vraiment l'union intime de la culture et de l'industrie. En même temps, l'agronomie transformait la culture par la réglementation ou la suppression des droits d'usage et de vaine pâture, par la pratique de la culture intensive, par l'augmentation des rendements et la multiplication du bétail. Le Caux et le Vexin comptaient parmi les pays les mieux cultivés de France; aux céréales et au bétail s'ajoutaient encore le

[1] Il est humiliant pour les points cardinaux de chavirer dans le cerveau d'un géographe. M. Sion intitule son livre : « *Les Paysans de la Normandie* ORIENTALE ». Ce qu'il appelle l'Orient, c'est la région située sur la rive droite de la Seine ! Selon lui, le Havre est en Orient, et Elbeuf en Occident. On fait des papiers quadrillés pour les enfants qui ne peuvent écrire des lignes droites. Va-t-il falloir fournir les géographes de papier figurant les longitudes ? Louis Olivier.

lin et le colza. Toute cette prospérité économique nous explique les progrès du chiffre de la population.

Mais, avec le XIXe siècle, l'union de la culture et de l'industrie domestique se dissout peu à peu sous les attaques du machinisme, qui chasse les antiques rouets : l'industrie du filage du coton déserte les plateaux, tandis que, au contraire, les usines, attirées par les rivières, contribuent au développement d'une série de centres industriels dans les vallées de Cailly, de Barentin et de Bolbec. Toutefois, le tissage à domicile survécut au filage ; il prit même un grand essor durant le Premier Empire et le règne de Louis XVIII ; 10.887 métiers à tisser battaient dans les chaumières d'alors ; leur nombre augmenta encore et, en 1863, on comptait dans la Seine-Inférieure 81.237 ouvriers occupés au tissage ; dans chaque village, l'existence d'un quart, parfois d'un tiers des habitants dépendait de l'industrie cotonnière. Mais les jours du tissage à domicile étaient comptés ; la crise de 1863 lui donna un coup décisif ; il n'est plus aujourd'hui qu'un souvenir dans la plupart des villages ; les tisserands ont émigré vers les villes. Tandis que cette révolution s'opérait dans l'industrie rurale, une évolution nouvelle entraînait la culture cauchoise ; devenant de plus en plus pastorale, elle abandonnait la culture exclusive des céréales et des plantes industrielles et se tournait vers les cultures fourragères, les herbages, la production de la viande et du lait ; cette évolution était encore hâtée par la rareté de la main-d'œuvre, résultat de la dépopulation des campagnes ; elle se marque dans le paysage par l'étendue des champs de trèfle et le grand nombre de vaches qui paissent, régulièrement alignées le long des prairies artificielles. A cette peinture de l'économie rurale s'ajoutent d'autres traits caractéristiques : la prépondérance du fermage, excepté dans la vallée de la Seine ; de la grande exploitation dans le Vexin, de la moyenne dans le Caux et le Bray ; de la petite dans la vallée de la Seine ; — la dépopulation des campagnes par suite de l'exode des tisserands et des ouvriers agricoles ; — enfin, ce qui est l'un des charmes du paysage, ce type d'habitation cauchoise composé d'un herbage entouré de hêtres où se trouvent, séparés les uns des autres, le logement du cultivateur et les bâtiments ruraux.

Chacun de ces trois tableaux de géographie rétrospective ou actuelle n'est pas seulement une description vivante et minutieuse, c'est aussi vraiment une explication géographique des phénomènes, c'est la recherche raisonnée de leur répartition et de leur localisation dans leur rapport avec le milieu. Dès le début, M. Sion, étudiant les origines de la population, nous donne une carte de la répartition des vestiges gaulois, romains et barbares : il en tire cette conclusion que l'homme n'a pas au début occupé exclusivement les plateaux limoneux aux terres riches et qu'il n'a pas toujours évité les contrées dont le peuplement semblerait tout récent, comme les vallées du Caux, comme le Bray, comme ces massifs forestiers qui confinent à la Picardie. De même, la localisation des abbayes coïncide avec l'emplacement des forêts. La carte de la répartition des industries en 1787 permet de constater l'ubiquité du métier rural à cette époque et cette union intime de la culture et de l'industrie qui a longtemps été le cachet propre de la vie économique en ces régions. L'importance du fermage dans le Caux fournit un exemple de l'influence urbaine sur la vie rurale en montrant le rôle de la bourgeoisie rouennaise dans la propriété. A propos d'une carte de la répartition des ouvriers de l'industrie cotonnière en 1863, l'auteur nous donne une curieuse analyse des facteurs géographiques qui avaient pu déterminer cette localisation : la distance, les moyens de transport, l'état des industries de la laine et du lin, l'influence des villes. Même préoccupation constante de coordonner et d'expliquer dans la répartition des cultures, l'extension des herbages, l'étendue des propriétés et des exploitations, l'origine et la direction des courants d'émigration, la répartition des types d'habitation et des types de villages.

En somme, nous avons là un livre qui peut se proposer comme le modèle d'une étude de géographie humaine : il nous offre une analyse perspicace et large des conditions géographiques de la vie rurale, un tableau synthétique des différents modes d'adaptation de l'activité humaine aux lois du milieu géographique dans la Normandie orientale. A. DEMANGEON,
Professeur à l'Université de Lille.

Kimpflin (G.), *Docteur ès Sciences, Préparateur à la Faculté des Sciences de Lyon.* — **Essai sur l'assimilation photochlorophyllienne du Carbone.** — 1 *vol. in-8° de* 158 *pages. A. Rey, éditeur. Lyon,* 1909.

L'assimilation du carbone atmosphérique par les plantes sous l'influence des radiations lumineuses est universellement admise dans son principe, mais bien des points de détail restent obscurs dans la marche de ce phénomène. Ainsi, par exemple, la production de méthanal comme premier résultat de cette synthèse et sa présence dans les tissus végétaux est encore controversée.

On s'est également demandé si une relation effective existe entre la présence de la chlorophylle et l'absorption de l'anhydride carbonique, d'une part, et, d'autre part, entre l'absorption de l'anhydride carbonique et le dégagement d'oxygène, ou bien si ces deux phénomènes sont simplement concomitants et sans lien physiologique étroit.

M. Kimpflin a cherché la solution de ces problèmes dans l'étude de l'assimilation du carbone par les plantes décolorées ou panachées. Les dosages ont été faits selon la méthode de Bonnier et Mangin. On peut constater de cette façon que, dans un même organe, la feuille, par exemple, dont une partie est verte et l'autre dépourvue de chlorophylle, seule la partie chlorophyllienne possède le pouvoir de fixer l'anhydride carbonique atmosphérique en dégageant de l'oxygène. Les parties blanches, au contraire, aussi bien à l'obscurité qu'à la lumière, ne sont le siège que d'échanges respiratoires.

Cependant, pris dans son ensemble, le végétal panaché possède une intensité assimilatrice qui est sensiblement égale à ce qu'elle serait si le même végétal fût resté vert entièrement ; en effet, les portions vertes des feuilles panachées assimilent avec une intensité très supérieure à celle des feuilles d'un sujet de même espèce non panaché.

L'auteur a, de plus, constaté que les phénomènes photochlorophylliens sont susceptibles de rémanence et de latence : l'action de la lumière ne s'établit pas instantanément, de même qu'après sa disparition, un certain temps s'écoule avant que cesse totalement l'assimilation du carbone.

La recherche du méthanal dans les tissus et sa localisation ont été tentées au moyen du bisulfite de rosaniline de la manière suivante : on prépare une solution concentrée de bisulfite de soude à laquelle on ajoute un excès de méthylparamidométacrésol. Un long tube vertical est rempli de cette solution. Il communique par sa partie inférieure avec un tube court et effilé qui est introduit obliquement dans le parenchyme d'une feuille d'*Agave mexicana* exposée à la lumière. Sous l'influence de la transpiration et de la pression du liquide, une certaine quantité pénètre dans les tissus de la feuille. On sectionne la partie imprégnée, on la tue par immersion dans l'alcool absolu et on examine au microscope. On observe alors dans les cellules l'existence d'une coloration rouge, répartie en taches ou en traînées, et identique à celle obtenue directement par l'action du méthanal sur le réactif. On peut encore opérer avec des plantes nageantes ou flottantes mises directement en contact avec le réactif à la lumière ou à l'obscurité. On constate ainsi que le méthanal est localisé dans les chloroplastides, ce qui présente l'intérêt de rendre nulle sa nocivité vis-à-vis du protoplasma.

Le travail de M. Kimpflin se termine par la discussion de quelques hypothèses récentes relatives au dégagement de méthane constaté autrefois par Boussingault et récemment par Pollacci, ainsi qu'à la possibilité d'une intervention de l'électricité dans la synthèse photochlorophyllienne sous la forme de courants photochlorophylliens. Les quelques expériences poursuivies en vue de leur contrôle n'ont, jusqu'ici, donné aucun résultat probant, et ces hypothèses restent encore purement théoriques.

Les observations de M. Kimpflin apportent à la question de l'assimilation du carbone des données nouvelles intéressantes, et confirment d une manière élégante la nécessité de la présence de la chlorophylle pour la synthèse des hydrates de carbone par la plante.

L. Lutz,
Professeur agrégé à l'École supérieure de Pharmacie de Paris.

Vialleton (Prof. L.). — **Précis de Technique histologique et embryologique** (2e *édition*). — 1 *vol. grand in*-18 *de* 467 *pages avec* 86 *figures en noir et* 12 *planches en couleurs*. (*Collection Testut.*) (*Prix* : 9 *fr.*) *O. Doin et fils, éditeurs. Paris*, 1909.

Il n'est pas inutile de rappeler les lignes par lesquelles débutait la préface de la 1re édition de ce livre. M. Vialleton y soutenait avec raison que les travaux pratiques d'Histologie doivent avoir pour but non pas de faire des étudiants de véritables techniciens, mais de mettre sous les yeux des élèves les préparations destinées à compléter l'enseignement donné au cours. Cependant, il est bon que les principes de la technique histologique soient connus des étudiants, et qu'un livre les leur apprenne. Celui de M. Vialleton convient tout à fait à des élèves et, en général, à des débutants; car les manipulations les plus faciles, les appareils les plus simples y sont décrits avec telle clarté que nul ne peut se trouver embarrassé en les exécutant, en les maniant. Dans cette 2e édition, enrichie de toutes les acquisitions essentielles que la technique histologique a faites depuis dix ans, M. Vialleton n'a pas visé cependant à être complet, au risque d'obliger le commençant à faire parmi d'innombrables méthodes un choix difficile, mais il a fait lui-même ce choix. Douze planches coloriées représentent les images très réelles des principales préparations qu'on peut obtenir. Aucun ouvrage de technique histologique n'est mieux adapté au débutant que le Précis de M. Vialleton.

A. Prenant,
Professeur à la Faculté de Médecine de l'Université de Paris.

4° Sciences médicales

Martinet (Dr Alfred), *ancien Interne des Hôpitaux de Paris*. — **Les Médicaments usuels.** *Troisième édition entièrement refondue et conforme à la nouvelle édition du Codex*. — 1 *vol. in*-8° *de* 515 *pages*. (*Prix* : 5 *fr.*) *Masson et Cie éditeurs, Paris*, 1909.

Les médecins et les pharmaciens accueilleront avec la faveur qu'ils ont accordée à ses deux aînées la troisième édition du livre si instructif du Dr Alfred Martinet : « Les médicaments usuels ». Cette édition a pour but, comme les précédentes, « d'exposer clairement, simplement, pratiquement tout ce qu'il est nécessaire de savoir des médicaments vraiment usuels, c'est-à-dire de ceux qui ont fait leurs preuves et qui, bien connus, ne donneront au praticien aucun déboire et suffiront le plus souvent à son action ». Mais elle diffère des autres éditions par l'adoption d'une classification plus commode, — car la division par action thérapeutique remplace l'ordre alphabétique, — et par une progression qui suit de si près les récents travaux de Pharmacodynamie, que le lecteur peut être assuré d'être mis au courant des principales méthodes thérapeutiques modernes.

Le Dr Martinet, en praticien judicieux, a su échapper à deux écueils également dangereux : le scepticisme, qui dédaigne aveuglément tout progrès scientifique, et l'illusionisme, qui a pour devise : « tout beau, tout nouveau ». Il a étudié toutes les drogues nouvelles vraiment intéressantes, il connaît les théories pharmacodynamiques qui ont présidé à la préparation synthétique des médicaments nouveaux, il a réfléchi sur les théories et les méthodes thérapeutiques mises en avant par les cliniciens les plus justement célèbres, et, après avoir passé toutes les acquisitions au crible d'une saine pratique, il a écrit son livre en ne retenant que les indications vraiment utiles par la solidité de leur fondement.

Après avoir, dans une introduction, indiqué l'évolution de la Pharmacodynamie et exposé très clairement quels sont les principes chimiques et physiques qui dirigent la médication actuellement en vigueur, le Dr Martinet étudie avec méthode l'emploi de chaque médicament : modificateurs de la nutrition et de l'hématose (arsenic, fer, iode, phosphore); cardiovasculaires et diurétiques (digitale, caféine, théobromine, ergotine) ; anesthésiques (antipyrine, belladone, bromures, chloral, opium) ; neurotiques stimulants (strychnine) ; purgatifs ; antithermiques, antirhumatismaux ; antisyphilitiques (mercure) ; anti-infectieux (sérum antidiphtérique, métaux colloïdaux, ferments lactiques). Il examine les principales questions qui se présentent dans la pratique : quand et pourquoi faut-il administrer le médicament ? à quels accidents peut-il donner lieu ? quel est l'effet des associations qu'on peut lui adjoindre ? quelles sont ses incompatibilités ? comment faut-il prescrire le médicament ? et, à ce propos, l'auteur donne des formules empruntées aux maîtres incontestés de la thérapeutique.

En résumé, la troisième édition des « Médicaments usuels » ne laisse dans l'ombre aucune des questions pharmacodynamiques qui intéressent le praticien, et celui-ci sera heureux de trouver des indications nettes et précises, immédiatement formulables, qui lui serviront à se reconnaître au milieu des innombrables publications et réclames qui fatiguent son attention.

Dr Albert-Morel,
Professeur agrégé à la Faculté de Médecine et de Pharmacie de Lyon.

5° Sciences diverses

Rey (A.), *Agrégé de Philosophie, Docteur ès Lettres*. — **Les Sciences philosophiques. Leur état actuel.** — 1 *vol. in*-8° *de* 1.050 *pages*. (*Prix* : 9 *fr.*) *Ed. Cornély et Cie, éditeurs. Paris*, 1909.

Id. — **La Philosophie moderne.** — 1 *vol. in*-18 *de la Bibliothèque de Philosophie scientifique*. (*Prix* : 3 *fr.* 50.) *E. Flammarion, éditeur. Paris*, 1909.

On trouvera, dans le premier de ces ouvrages : 1° un exposé de l'état actuel de la Psychologie expérimentale et positive, et, nettement distinct, l'exposé des théories générales qui appartiennent plutôt à la philosophie de cette science qu'à cette science elle-même; 2° un aperçu des conceptions générales des esthéticiens modernes et des principales théories philosophiques de l'art; 3° un bref résumé des orientations diverses qui renouvellent aujourd'hui la vieille logique, et des vues générales sur l'histoire des sciences et des méthodes scientifiques et sur ces méthodes elles-mêmes; 4° un examen des nouvelles conceptions de la morale comparées aux anciennes, et des principales solutions que l'on propose actuellement aux problèmes moraux et sociaux; 5° enfin un historique aussi résumé que possible des grands systèmes philosophiques et des principaux problèmes de la Métaphysique.

Dans le second ouvrage, l'auteur expose les deux tendances vers lesquelles s'oriente de plus en plus la philosophie moderne : le rationalisme scientifique et le pragmatisme; il montre la façon dont ces deux points de vue renouvellent les vieilles questions philosophiques de la matière et de la vie, de l'esprit et de la raison, du vrai et du bien, et il indique les résultats déjà obtenus.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 27 Septembre 1909.

1° Sciences physiques. — M. **Jean Perrin** a mesuré la rotation des granules de mastic dans une solution d'urée à 27 °/₀. Il a trouvé une valeur de 14°,5 par minute, alors que la formule théorique d'Einstein conduit à une valeur de 14°. — M. **A. Guillet** a étudié l'électro-diapason à entretien direct à contacts définis. Pour une f. é. m. donnée, l'amplitude maximum de la vibration dépend de la distance de l'électro au raccordement des branches, de l'intensité du courant d'entretien et de l'aimantation initiale du circuit magnétique formé par le diapason et le noyau de l'électro. — M. **P. Lemoult** a déterminé la chaleur de combustion du gaz PH^3, qui est de 311,2 cal. à pression constante; le remplacement des 3 H par $3C^2H^5$ augmente la chaleur de combustion de 2169,5 = 3 × 723,2 cal. L'appoint thermique d'un atome de P dans un composé organique est de 230,5 cal.

2° Sciences naturelles. — M. **A. Laveran** a obtenu de très bons résultats dans le traitement des trypanosomiases expérimentales du cobaye par l'injection hypodermique d'émétique d'aniline en mélange avec l'acétylarsinate de soude. L'émétique d'aniline a donné également des résultats encourageants dans le traitement de la trypanosomiase des nègres au Sénégal. — M. **A. Lacroix** signale l'existence de roches grenues intrusives pliocènes dans le massif volcanique du Cantal. La roche normale est une sorte de monzonite à grains fins, accompagnée de gabbros à olivine et de gabbros essexitiques.

Séance du 4 Octobre 1909.

1° Sciences mathématiques. — Mme **V. Myller-Lebedef** présente ses recherches sur les solutions de l'équation hypergéométrique. — M. **J. Chazy** étudie les équations différentielles dont l'intégrale générale est uniforme et admet des singularités essentielles mobiles. — M. **Ch. Nordmann** a déterminé, au moyen de son photomètre stellaire hétérochrome, la température d'un certain nombre d'étoiles. Voici quelques résultats obtenus : ρ Persée, 2980°; ζ Céphée, 4610°; Soleil, 5990°; γ Cygne 6330°; γ Taureau, 8400°; Polaire, 9800°; α Lyre, 18.500°; δ Persée, 55.600°.

2° Sciences physiques. — M. **A. Angot** donne les résultats de l'observation, au Val-Joyeux, de la perturbation magnétique du 25 septembre, qui a duré de 11 h. 50 à 21 h. 20. La variation totale dépasse 3° pour la déclinaison et 0,0098 pour la composante horizontale. Cette perturbation a été accompagnée d'une aurore boréale.— M. **A. Lafay** a étudié l'action de la pression sur la résistance du platine, du mercure et de la manganine. Seule, cette dernière peut être employée à la détermination des pressions, parce que son coefficient de température est pratiquement nul. L'auteur a trouvé la relation $(r-r_0)\,rr = 2{,}23.10^{-6}$ P. — M. **J. Guinchant** a constaté que l'azotate d'argent constitue un excellent dissolvant cryoscopique; l'abaissement moléculaire est normal et peu variable avec la concentration. La constante cryoscopique théorique est égale à 264. — M. **J. Jacobsen**, en décomposant le tétrachloroplatinate argentique par l'eau bouillante, a obtenu l'acide bichloroplatinique $PtCl^2(OH)^4H^2$ avec un rendement de 80 à 90 °/₀. Quand on traite cet acide par AzH^3, il se précipite un corps brun floconneux qui, séché, détonne violemment par chauffage. Ce platine fulminant paraît répondre à la composition $(OH)^4Pt.AzH^3.Pt(OH)^5$. — MM. **P. Nicolardot** et **L. Clément** proposent une méthode d'examen des essences de térébenthine basée sur la détermination du pouvoir rotatoire des diverses fractions obtenues par ébullition sous pression réduite.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 5 Octobre 1909.

M. le Président annonce le décès de M. **A. Heurteaux**, Associé national.

M. **P. Yvon** décrit quelques instruments destinés à l'étude de la vision entoptique, imaginés autrefois par Robert-Houdin et restés complètement inconnus. Ce sont : un iridoscope; un dioscope, destiné à montrer le renversement des images qui se forment sur la rétine; un pupilloscope; un pupillomètre; un diopsimètre; un optomètre; un rétinoscope. — M. **E. Boinet** indique les résultats de l'opothérapie surrénale dans la maladie d'Addison. Dans un cas, il a obtenu une guérison qui dure depuis dix ans; dans d'autres cas, il observé une amélioration considérable; enfin, dans certains cas, le traitement n'a eu aucun résultat. Plusieurs fois, à la suite d'une injection sous-cutanée d'adrénaline, la maladie s'est terminée par le syndrome aigu d'insuffisance surrénale et la mort; dans ces cas, l'autopsie a montré qu'il existait une tuberculose caséeuse primitive et étendue des deux capsules surrénales. L'opothérapie paraît surtout indiquée dans la surrénalite scléreuse. — M. le Dr **Dupré** lit un travail sur le témoignage au point de vue médico-légal. — M. le Dr **Vallon** présente une étude sur les rapports de l'alcoolisme et de la criminalité. — M. le Dr **Lesage** donne lecture d'un travail sur l'hygiène du nourrisson.

Séance du 12 Octobre 1909.

M. **Th. Jonnesco** présente ses recherches sur *la rachianesthésie générale*. Cette méthode a deux principes fondamentaux : la ponction du rachis à tous les niveaux, et l'adjonction de la strychnine à l'anesthésiant : stovaïne, tropocaïne, novocaïne, etc. La ponction du rachis à n'importe quel niveau est bénigne; la crainte de la piqûre de la moelle est absolument non fondée; peut-être la produit-on, mais elle est tout à fait innocente. La ponction médio-cervicale est inutile et même nocive, la ponction dorsale moyenne est difficile et inutile. Les ponctions dorsale supérieure et dorso-lombaire sont faciles et suffisantes pour obtenir l'anesthésie de toutes les régions du corps. Le sulfate neutre de strychnine ajouté à la solution anesthésiante lui conserve toute sa puissance analgésique, tout en lui ôtant son action nocive sur le bulbe; c'est grâce à lui que l'anesthésie supérieure est possible sans danger. La préparation de la solution anesthésiante doit être faite au moment de l'emploi, avec de l'eau stérilisée. La rachianesthésie générale ne connaît aucune contre-indication; elle doit réussir toujours si le liquide a pénétré dans l'espace arachoïdien et si la dose d'anesthésique est suffisante. Elle est absolument bénigne : elle n'a jamais causé la mort ni donné lieu à des accidents de quelque importance, immédiats ou tardifs. — M. le Dr **P. Delbet** lit un travail sur le traitement du scalp.

Le Directeur-Gérant : Louis Olivier.

Paris. — L. Maretheux, imprimeur, 1, rue Cassette.

20e ANNÉE N° 21 15 NOVEMBRE 1909

Revue générale des Sciences pures et appliquées

DIRECTEUR : **LOUIS OLIVIER**, Docteur ès sciences.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. L. OLIVIER, 18, rue Chauveau-Lagarde, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et dans tous les pays étrangers y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Nécrologie

Walther Ritz. — L'un des collaborateurs de cette *Revue*, Walther Ritz, de Sion, est mort le 7 juillet dernier, à l'âge de trente et un ans. La perte est grande pour la science. Sa trop courte carrière a été marquée par des résultats de tout premier ordre, et ceux qui ont eu la confidence de sa pensée savent que peu d'années, sans doute, lui auraient suffi pour réaliser de vastes projets et ajouter à ses découvertes de nouvelles et importantes révélations. Telle qu'elle est, incomplète et trop tôt interrompue, son œuvre laissera une trace impérissable.

Dès ses débuts, un jugement très sûr lui avait indiqué comme un problème de choix celui des séries des raies spectrales. Sa thèse est consacrée à l'explication de ce phénomène par les vibrations des corps élastiques. Quoique conduisant à un succès partiel, en donnant des formules meilleures que celles que l'on possédait déjà, cette première recherche a surtout servi à lui faire toucher du doigt l'impossibilité d'aboutir en suivant cette voie classique. La vérité a commencé à lui apparaître, après plusieurs années de méditations, dans une tout autre direction. Il trouva d'abord la possibilité de réaliser la série des fréquences donnée par le phénomène naturel, au moyen de champs magnétiques inversement proportionnels aux carrés des nombres entiers; puis, plus tard, comme deuxième étape, la production de ces champs magnétiques au moyen d'une construction simple de l'atome.

Cette construction s'est montrée féconde. Elle lui a donné, peu après, une explication ingénieuse du phénomène de Zeeman, contenant la première théorie satisfaisante des décompositions multiples. Enfin, plus récemment, le même schéma l'a conduit à une remarquable loi de combinaison, permettant de déduire les séries les unes des autres et d'en découvrir de nouvelles à partir des séries connues. Il a pu ainsi classer un grand nombre de raies déjà connues, mais non sériées. Et, depuis son travail, de nombreuses raies ont pu être découvertes d'après les indications de cette curieuse loi de combinaison. On peut dire sans exagération que jamais avant lui on n'avait jeté un coup d'œil aussi pénétrant dans ce monde merveilleux et inconnu qu'est l'intérieur de l'atome.

Un autre groupe de recherches dérive d'une manière tout à fait différente de son premier travail sur les vibrations élastiques.

En développant des méthodes de calcul nouvelles qui lui sont personnelles, bien qu'inspirées par l'enseignement d'un de ses maîtres de Gœttingue, le Professeur Hilbert, il a réussi à rendre abordables à un calcul numérique rapide un grand nombre de problèmes dépendant des équations aux dérivées partielles qui avaient résisté jusqu'alors aux efforts des analystes. Il a montré la portée de sa méthode en calculant, dans un Mémoire d'une rare élégance et comme en se jouant des difficultés, les nombreuses figures de vibrations de la plaque carrée que Chladni avait autrefois observées et dont Kirchhoff avait résolu par les méthodes anciennes l'un ou l'autre cas particulier.

Enfin, le troisième ordre d'idées qui l'a préoccupé et auquel il a, sans doute, consacré le plus d'efforts, peut à juste titre être considéré comme le problème fondamental de la Physique actuelle. Il s'agit de la recherche d'une explication cohérente des phénomènes électromagnétiques et optiques. On sait les difficultés que la théorie de Maxwell rencontre à tenir compte de ce que les faits observés ne dépendent que des mouvements relatifs des corps et non du mouvement des corps par rapport à l'éther. On sait que Lorentz et Einstein ont donné des solutions éliminant le système de coordonnées absolu lié à l'éther. Ritz a imaginé un système conduisant au même résultat en revenant au point de vue newtonien et abstrait, supprimant complètement tout milieu. Il a développé sa théorie dans un important Mémoire sur l'Electrodynamique, paru aux *Annales de Chimie et de Physique*, qui, dans son esprit, n'était qu'un commencement. Il se proposait d'étendre ses résultats à l'Optique. Quel est l'avenir réservé à sa théorie et aux théories rivales? Il serait téméraire de vouloir le prévoir, mais on peut craindre que sa mort ne retarde l'élaboration définitive de l'Electrodynamique.

Pierre Weiss.
Professeur de Physique à l'Ecole Polytechnique fédérale de Zurich.

Emile-Christian Hansen. — Le savant éminent qui vient de disparaître avait une notoriété mondiale, non seulement parmi les savants, mais encore dans les industries de la bière et de l'alcool; ses travaux de science pure, modèles de méthode et de rigueur, ont conduit à l'un des plus importants perfectionnements de ces industries.

A peine entré au Laboratoire de Carlsberg, la célèbre fondation de Jacobsen, Hansen constata que le procédé indiqué par Pasteur pour purifier les levains des ferments de maladie était inutilisable, parce qu'il laissait subsister des levures, dites « sauvages », qui étaient capables de déterminer des troubles dans la bière en l'absence de toute bactérie. Peu après, Hansen découvrait la méthode qui fournit une levure pure en partant d'une cellule unique, puis les caractères distinctifs des levures sauvages par rapport aux bonnes levures. Ces découvertes n'ont pas été acceptées d'abord sans quelque résistance; mais, depuis longtemps déjà, elles sont enseignées et mises en pratique dans le monde entier. Elles procurent, aux brasseries notamment, la régularité entière de la fabrication et une grande sécurité comme goût et comme conservation de la bière.

Hansen, devenu directeur du Laboratoire de Carlsberg, était considéré partout comme la suprême autorité en fait de levures et de ferments non pathogènes; son jubilé avait été célébré en 1902 avec un grand concours d'élèves et de collègues, et l'an dernier, lors du Jubilé de l'Institut des Fermentations, à Berlin, Hansen a pu voir, par les acclamations qui l'accueillaient, de quelle vénération il était entouré.

C'est une grande figure qui disparaît, mais le nom de Hansen vivra dans la reconnaissance de tous ceux qui s'intéressent aux industries de la fermentation.

P. Petit,
Professeur à la Faculté des Sciences,
Directeur de l'Ecole de Brasserie de Nancy.

§ 2. — Art de l'Ingénieur

Le voyage du « Clermont ». — On vient de célébrer à New-York, solennellement, deux commémorations : le troisième centenaire du grand voyage de Hudson, et le premier centenaire du premier voyage par bateau à vapeur.

Il a fallu, vraiment, beaucoup de bonne volonté pour accoupler ces deux fêtes. Tout d'abord, le premier voyage par bateau à vapeur ne fut pas celui qu'exécuta sur la Hudson River le *Clermont* de Fulton. Il remonte à 1776, année où le premier « pyroscaphe » de Claude-Dorothée de Jouffroy d'Abbans circula fréquemment sur le Doubs, entre Baume-les-Dames et Besançon, pendant la presque totalité des mois de juin et juillet.

En second lieu, ce fut en 1807, et non pas en 1809, que le *Clermont* se rendit de New-York à Albany, puis revint à New-York. Mais, en l'espèce, peu importent ces détails. Ce qui nous a semblé intéressant, et ce que nous nous proposons d'offrir ici, c'est le récit de cette « performance », d'après les journaux américains de l'époque.

Le *Clermont* n'était qu'un agrandissement et perfectionnement du modèle que Robert Fulton avait expérimenté avec succès sur la Seine, en plein Paris, le 9 août 1803. C'était ce que, dans le baragouin sportif d'aujourd'hui, on appellerait le *Fulton II*.

Le bateau, qui mesurait cinquante mètres de longueur sur cinq de largeur, et jaugeait cent cinquante tonneaux, avait été construit à New-York. Il avait fallu deux années, — d'octobre 1804 à octobre 1806, — pour établir en Angleterre la machine, qui était de la force de dix-huit chevaux. Le lancement avait eu lieu le 10 août 1807, et immédiatement le « monstre », comme disaient maintes bonnes gens, avait remonté toute l'East River et la majeure partie de la North River, pour venir s'amarrer auprès de la prison de l'Etat de New-York, bâtiment qui occupait l'espace aujourd'hui limité par la Washington Street, la West Tenth Street, la West Street, et la Charles Street.

Satisfait de ce premier essai, Fulton avait cependant voulu consacrer quelques jours encore à la « mise au point » de sa machine. Le lundi 17, l'*American Citizen* publiait l'information que voici :

« L'ingénieux bateau à vapeur de M. Fulton, inventé en vue de la navigation sur le Mississippi entre la Nouvelle-Orléans et les villes d'amont, a appareillé aujourd'hui dans la North River, près de la Prison d'Etat, à destination d'Albany. La vitesse du bateau à vapeur est évaluée à quatre milles (six kilomètres et demi) par heure ; mais l'on pense que, contre le courant du Mississippi, elle ne sera que de deux milles. Quoi qu'il en soit, il y aura là une inappréciable conquête pour le commerce des Etats de l'Ouest. »

Dès l'aube, une foule considérable stationnait sur les deux berges de la North River. La majorité des assistants étaient accourus avec la conviction qu'ils allaient bien s'amuser aux dépens du présomptueux innovateur. Celui-ci était criblé de quolibets par les badauds, qui sont toujours et partout si spirituels, comme on sait. Sous le prétexte qu'il allait voyager un peu vers le Nord, il se trouva même un plaisantin pour lui crier : — « Hé, Bobby ! (diminutif de Robert) rapporte-nous un copeau du Pôle ! »

A une heure, le *Clermont* se mit en marche. Il avait à peine vogué pendant cinq minutes qu'un revirement comme foudroyant se produisit dans la foule, et ce fut au milieu d'un ouragan d'acclamations que Fulton commença son voyage.

En amont de la grand'ville, le passage du monstre produisit une impression fort différente. Les bûches de pin employées pour le chauffage projetaient des tourbillons de fumée noire, de hautes flammes rouges, d'étincelles crépitantes. La machine et les roues menaient un vacarme effroyable. Plus d'un paysan tombait à genoux, se signant et marmottant des oraisons éperdues. Les autres s'enfuyaient vers leur maison en criant que « le Diable en personne se rendait à Albany dans un engin à rémouler les âmes ». Certains affirmaient avoir vu un volcan cheminer sur l'eau.

Le lendemain à une heure, le *Clermont* avait « couvert » cent dix milles. Sa vitesse moyenne avait donc été jusqu'alors d'à peine moins de sept kilomètres et demi par heure, et ce résultat enthousiasmait Fulton, d'autant plus qu'il avait eu constamment à lutter contre le vent. Pour ne point forcer sa machine, et aussi pour se reposer de ses émotions, il stoppa jusqu'au lendemain à neuf heures du matin.

Il arriva à Albany ce mercredi même, à cinq heures du soir, ayant pu fournir, pour cette dernière étape, jusqu'à du « huit à l'heure », — alors qu'il avait annoncé, nous l'avons vu, « du six et demi ».

La population d'Albany l'accueillit comme un Messie; mais il ne se laissa pas griser par les ovations, et repartit pour New-York dès le jeudi matin. Loin de pouvoir profiter du courant, il eut l'ennui de voir le vent tourner « de bout en bout ». L'espace se défendait, — comme il essaya de le faire en 1909 contre les aviateurs à Bétheny.

Le trajet de retour s'effectua d'une seule traite, en trente heures; c'était encore du huit à l'heure.

Le samedi 22, on pouvait lire ce qui suit dans l'*American Citizen* : « Nous félicitons M. Fulton et le pays du succès remporté par le bateau à vapeur, qui décidément ne peut manquer de devenir un mode de locomotion très avantageux. Nous enregistrons que les passagers n'ont pas été le moindrement incommodés par la chaleur ou la fumée. »

Rapprochement curieux, c'est la même constatation de sécurité que celle faite aujourd'hui par les compagnons de voyage des aviateurs. **A. Chaboiseau.**

§ 3. — Physique

L'échelle des longueurs d'onde. — Les données numériques de la spectroscopie sont les longueurs d'onde des diverses radiations. Les mesures

courantes ne se font jamais en les comparant avec un étalon de longueur, mais par interpolation, en rapportant chaque raie à des raies voisines de longueurs d'onde connues. Il faut, pour cela, avoir une série de repères, ou raies normales, constituant un système de longueurs d'onde. La précision avec laquelle ces repères sont connus limite celle de toutes les autres mesures spectroscopiques. Les puissants appareils dont on dispose exigent que cette précision atteigne le millionième.

L'établissement d'un système de longueurs d'onde comprend deux parties :

1° La comparaison de la longueur d'onde d'une radiation avec le mètre, opération métrologique qui exige l'intervention de l'étalon fondamental du système métrique. La radiation ainsi mesurée deviendra la base du système;

2° La comparaison avec cette base d'un certain nombre d'autres radiations, qui constitueront les repères.

Les anciens systèmes de longueurs d'onde, tels que celui d'Angström, ne visaient pas à une grande précision. Depuis vingt ans, toutes les mesures spectroscopiques ont été faites en prenant comme point de départ les nombres de Rowland : les repères sont des raies noires du spectre solaire, et la base du système est la longueur d'onde de la raie D_1 obtenue par Bell. Les mesures absolues de Michelson et Benoît, en 1893, montrèrent que la base de l'échelle de Rowland était erronée d'environ 1/30.000. En 1901, Fabry et Perot montrèrent que les rapports n'étaient pas non plus corrects. La nécessité d'un nouveau système de longueurs d'onde était donc évidente.

La question a été mise à l'étude par l'Union internationale des recherches solaires[1] dans ses réunions de Saint-Louis (1904), Oxford (1905), Meudon (1907). Bien que toutes les décisions définitives ne soient pas encore prises, la question peut être considérée comme à peu près résolue.

Comme unité, on a décidé de prendre l'angström, défini de la manière suivante : la longueur d'onde de la raie rouge du cadmium est 6438,4696 angströms dans l'air sec à 15° et sous la pression normale. Ce nombre a été choisi d'après les mesures de Benoît, Fabry et Perot, presque rigoureusement concordantes avec celles de Michelson et Benoît, de telle manière que l'angström vaut 10^{-10} mètre avec toute la précision que comporte la définition du mètre, c'est-à-dire à quelques dix-millionièmes près. La raie rouge du cadmium constitue ainsi l'étalon primaire ou base du système.

Pour les repères devant constituer le système de longueurs d'onde, il a été décidé que l'on abandonnerait le spectre solaire, dont les raies n'ont certainement pas la fixité que l'on pensait, et qu'on les prendrait dans un spectre d'arc.

MM. Buisson et Fabry ont mesuré[2], dans ce but, 115 raies appartenant presque toutes au spectre du fer, entre les longueurs d'onde 2.373 et 6.495. Elles sont assez rapprochées pour servir à toutes les interpolations. Pour compléter ces déterminations et rendre ces repères facilement utilisables, ils ont publié un atlas du spectre du fer[3], reproduction directe de clichés obtenus au moyen d'un grand réseau concave de 7 mètres de rayon; l'échelle est de $0^{mm},76$ par angström, ce qui donne, pour l'ensemble des spectres visible et ultra-violet, une longueur de $3^{m},30$.

Il est désirable, avant qu'une décision définitive soit prise, que les mêmes mesures soient faites par d'autres observateurs. Quelques déterminations ont été faites à Bonn par Eversheim et à Baltimore par Pfund; elles présentent une concordance très satisfaisante avec les nombres de Buisson et Fabry. Aussi, l'emploi de cette nouvelle échelle de longueurs d'onde a-t-il commencé à se répandre. Sous le nom de système international, un certain nombre d'observateurs ont adopté ces repères et publié des séries importantes de données numériques[1]. Les spectres d'arc du mercure, du vanadium, du cérium et du thorium, les spectres d'étincelle du chrome, du calcium et du mercure ont été ainsi mesurés.

Il est désirable que de telles mesures se multiplient, et que toutes les données numériques de la spectroscopie soient exprimées dans cette échelle. On fera ainsi cesser la confusion actuelle, résultant de l'emploi simultané de deux échelles différentes, dont l'une est certainement condamnée à disparaître à cause des erreurs dont elle est entachée.

[1] *Transactions of the International Union for solar research.*

[2] *Journal de Physique*, mars 1908.

[3] *Annales de la Faculté des Sciences de Marseille*, t. XVII, 1908. Hermann, éditeur.

§ 4. — Chimie industrielle

Traitement électrique des minerais titanifères. — Le Rapport du Service des Mines du Canada sur les travaux de ce service en 1908 rend compte d'expériences qui ont été faites en présence d'un délégué du Gouvernement canadien à Welland, Ontario, sur le traitement électrique des minerais titanifères, par l'Electro-Metall Company.

Le four employé était semblable, ou à peu près, à celui expérimenté à Sault-Sainte-Marie[2].

Le minerai traité provenait du Wyoming et contenait 2 % d'acide titanique.

L'essai a duré, arrêts déduits, 22 h. 45 m. La tension était, au primaire de 10.800 volts et au secondaire de 35,6 volts. L'intensité, du côté primaire, atteignait 25 ampères. Le facteur de puissance était de 0,91. La puissance absorbée était de :

$$\frac{10.800 \times 25 \times 0.91}{746} = 329 \text{ chevaux,}$$

(en chevaux américains valant, comme on le voit, 746 watts.)

La quantité de fonte produite s'est élevée à 3.317 livres, ce qui correspond à une production de 5.040 tonnes (de 2.000 livres américaines) par 1.000 chevaux-ans.

Les charges employées comprenaient :

	FER	CHARBON de bois	CALCAIRE
De la 1re à la 10e charge. .	200 livres	60 livres	50 livres
11e à la 13e — . .	200 —	65 —	50 —
14e à la 35e — . .	200 —	70 —	50 —

Les laitiers contenaient beaucoup de fer, mais il a été reconnu dans la suite qu'on peut réduire la teneur du laitier en fer en diminuant le proportion de calcaire dans les charges; 35 livres de calcaire suffisent.

La fonte obtenue était de composition très satisfaisante; des analyses en seront publiées. H. M.

§ 5. — Physiologie

De la fréquence des pulsations cardiaques chez la souris. — On sait que, d'une façon très générale, le nombre des contractions cardiaques est d'autant plus grand, dans un temps donné, que l'espèce animale sur laquelle est faite l'observation est plus petite. On a noté, par exemple, 30 pulsations par minute chez l'éléphant, 40 chez le cheval, 50 chez l'âne et le mulet, 70 chez l'homme, 90 chez le chien, 150 à 200 chez le lapin.

La difficulté de compter les pulsations cardiaques quand leur nombre dépasse 150 à 200, la difficulté

[1] Lawrence Cooper : *Astrophysical Journal*, juin 1909. — Harold Stiles : *Id.*, juillet 1909. — H. Shaw : *Id.*, septembre 1909.

[2] Voyez la *Revue* du 30 mai 1909.

presque insurmontable d'enregistrer ces pulsations avec les appareils d'usage courant, chez les très petits animaux, avaient empêché les physiologistes de faire des déterminations chez ceux-ci.

Cette lacune vient d'être comblée par F. Buchanan. Cet auteur avait été conduit, par des considérations théoriques, à supposer que, chez les souris, le nombre des contractions cardiaques ne doit pas être inférieur à 500 par minute. Pour vérifier l'exactitude de ses déductions, il recueillit l'électrogramme de cet animal, c'est-à-dire la variation électrique produite chez lui par les contractions cardiaques. Il y parvint assez facilement en faisant plonger les pattes de devant et les pattes de derrière de la souris, suspendue par un bandage abdomino-dorsal, respectivement dans deux solutions remplissant les fonctions d'électrodes impolarisables, mises en rapport avec un électromètre, et en photographiant les oscillations du ménisque sur une bande de papier, se déplaçant d'un mouvement régulier et avec une vitesse connue.

Il trouve ainsi : chez 3 souris pesant de 29 à 35 grammes, de 520 à 675 contractions cardiaques par minute; chez 2 souris relativement jeunes (huit semaines environ), pesant 17 et 21 grammes, 720 et 780 contractions; enfin, chez une souris albinos pesant 15 grammes, 680 contractions. La moyenne de ces diverses observations donne 670 contractions cardiaques par minute.

La respiration des souris est également très rapide : Buchanan a noté 140 et 160 respirations par minute. Le rapport du nombre des contractions cardiaques au nombre des respirations est donc 4 environ, comme chez l'homme et comme chez la plupart des Mammifères. Ainsi le cœur de la souris bat 4 fois plus vite que celui du lapin, 10 fois plus vite que celui de l'homme.

§ 6. — Sciences médicales

Rachianesthésie générale. — En injectant dans l'espace sous-arachnoïdien de la région lombaire une solution de cocaïne, les chirurgiens réalisent une analgésie des membres inférieurs, du bassin et de l'abdomen assez complète pour leur permettre de pratiquer les opérations les plus graves et les plus complexes sur tous les organes de la moitié sous-diaphragmatique du corps. On admet qu'aux doses adoptées et dans les conditions réalisées, la cocaïne suspend les fonctions conductrices des racines postérieures des nerfs rachidiens, par lesquelles se fait la propagation vers les centres supérieurs des impressions produites à la périphérie. Il importe d'ailleurs peu, pour la réussite et pour l'innocuité de cette méthode, que les autres fonctions de la moelle inférieure soient suspendues en même temps que la conductibilité sensitive des racines postérieures, car aucune de ces fonctions n'est nécessaire à la conservation de la vie. Il n'en serait assurément pas de même si l'action de la cocaïne portait sur les centres bulbaires, car ces centres président aux grandes fonctions de la vie organique, et leur inhibition pourrait entraîner rapidement des troubles mortels : l'inhibition du centre respiratoire, en particulier, provoquerait la mort par asphyxie.

Aussi les chirurgiens partisans de la rachicocaïnisation se sont-ils, en général, imposé comme règle de conduite de n'injecter la cocaïne dans l'espace sous-arachnoïdien que dans la région lombaire et qu'à dose assez faible pour que la diffusion de l'alcaloïde ne lui permette pas d'atteindre, à dose dangereuse, le bulbe rachidien. La rachicocaïnisation semblait donc devoir demeurer un procédé d'analgésie partielle et ne paraissait pas devoir assurer jamais une analgésie générale s'étendant au corps tout entier. Mais voici que le Professeur Th. Jonnesco, de Bucarest, vient de publier dans la *Presse Médicale*[1] le résultat des très nombreuses anesthésies générales pratiquées par lu chez l'homme par rachistovaïnisation.

M. Jonnesco injecte la solution anesthésiante dan la région dorsale supérieure, entre la première et l deuxième vertèbres dorsales. Pour faire tolérer cett solution par les centres supérieurs, il ajoute de l strychnine à la stovaïne. C'est ainsi que, chez l'adulte il injecte 1 centimètre cube de liqueur contenan 1/2 milligramme de sulfate neutre de strychnine e 3 centigrammes de stovaïne. L'analgésie de la tête e du cou est rapidement réalisée, surtout si l'on pren soin de coucher horizontalement le malade, la tèt basse, après l'injection : il suffit le plus souvent d 2 à 3 minutes. Elle se maintient entre 1 heure 1/ et 2 heures; le plus généralement on observe l'immo bilité des parties analgésiées; parfois, cependant, l'im mobilité n'est pas totale; dans tous les cas, l'analgési précède l'immobilité. Les phénomènes tels que pâleu de la face, nausées, sueurs, vomissements, si fréquent dans la rachicocaïnisation, sont exceptionnels ici; le accidents post-anesthésiques sont rares, bénins, incom parablement moins marqués que dans la rachisto vaïnisation simple. M. Jonnesco n'a pas eu d'accident sérieux dans plus de 400 opérations pratiquées sur l tête, le cou, les membres supérieurs et le thorax quand il a pratiqué la rachistovaïnisation strychniqu dorsale supérieure selon les règles très précises qu'i donne dans son travail.

« J'ai la conviction absolue, écrit-il, que la rachi anesthésie générale sera la méthode d'anesthésie d l'avenir. »

§ 7. — Géographie et Colonisation

L'Institut de Biologie agricole d'Amani (Afrique orientale allemande). — En 1902, les autorités allemandes fondaient dans leur colonie de l'Afrique orientale, à Amani, un Institut de Biologie agricole. Depuis sept ans, cet établissement s'est développé rapidement, suivant les traces d'un de ses émules, le Jardin botanique de Buitenzorg, et il constitue aujourd'hui l'une des plus belles institutions coloniales que les Européens aient établies sous les tropiques. Il nous paraît donc intéressant d'en dire ici quelques mots.

Dans l'esprit de ses fondateurs, l'Institut d'Amani a pour but de soutenir pratiquement la colonisation et les plantations dans l'Afrique orientale allemande, de relever les cultures des indigènes, d'étudier les maladies des plantes, d'introduire de nouvelles cultures lucratives dans le pays et de faire l'inventaire des produits du règne animal et végétal : il s'occupe, en outre, de l'exploration de la flore et de la faune de la colonie.

L'Institut est situé à Amani, dans l'Usambara oriental, à six heures de la station de chemin de fer de Nyussi, qui le relie à Tanga, port de l'océan Indien fréquenté par les grands steamers; bientôt, d'ailleurs, un chemin de fer à voie étroite atteindra Amani même. L'établissement comprend un domaine de 250 hectares, auxquels viennent s'ajouter 100 hectares de réserves indigènes; ce terrain s'étend de 400 à 1.100 mètres d'altitude environ, les bâtiments se trouvant à 900 mètres; une grande partie du pays est recouverte par la forêt tropicale.

Les bâtiments en pierre, au nombre de 15, comprennent : un observatoire météorologique complet, des laboratoires botanique, entomologique et chimique avec tous les accessoires nécessaires, une bibliothèque, une chambre noire, des salles de collections de plantes économiques, la poste et le télégraphe, les habitations du personnel et une maison pour les visiteurs.

Le personnel comprend un directeur, trois botanistes, un entomologiste, un chef de station, quatre jardiniers, deux aides européens et de nombreux aides indigènes.

Voici, d'après le Rapport du directeur, un aperçu des

[1] La rachianesthésie générale. *Presse Médicale*, 13 octobre 1909, n° 82, p. 721-725.

derniers travaux effectués à l'Institut d'Amani :

Dans la Section de Botanique, on s'est livré à une étude des diverses espèces de plantes à caoutchouc du pays, de leur rendement, des méthodes d'incision, des procédés de coagulation du latex, etc. On a fait l'examen des diverses espèces d'acacias pouvant fournir des matières tannantes; seuls l'*Acacia mollissima* et l'*Acacia decurrens* pourront être exploités dans ce but dans la colonie. La Section a poursuivi l'étude systématique des diverses variétés de manioc; on a fait venir d'autres pays tropicaux des graines et des boutures qui ont été plantées afin de voir quelles sont les variétés les plus appropriées au sol et au climat de la colonie. Elle a également entrepris une série d'essais sur le mode de culture (par bulbilles ou par pousses) et sur le rendement en fibre des agaves (sisal). L'étude des diverses sortes de riz, au nombre de 166, cultivées dans la colonie, a montré qu'elles appartiennent à 13 variétés, qui sont actuellement l'objet d'essais de cultures destinés à montrer si ces variétés sont constantes.

Les plantations de l'Institut d'Amani sont aujourd'hui très développées; une grande partie des plantes les plus vieilles donnent déjà des graines, qui sont partagées entre les colons allemands.

Parmi les plantes alimentaires, le *Coffea arabica var. columnaris* et le caféier de Bukoba ont prospéré dans la dernière année; les arbustes à thé ont fleuri abondamment et donné des graines; le maté ou thé du Paraguay a prospéré entre 900 et 1.000 m.; les cacaoyers, bien abrités et pourvus d'une ombre suffisante, ont réussi dans la vallée de la Sigi.

Comme plantes d'ombrage pour les caféiers et autres, l'*Albizzia stipulata* et le *Pithecolobium Saman* ont donné les meilleurs résultats. Le *Cassia florida*, le *Parkia africana*, les *Peltophorum* donnent également un bon ombrage, mais ils poussent trop lentement à partir de 800 à 1.000 m. Le *Gliricidia maculata*, importé de l'Amérique centrale pour donner de l'ombre aux cacaoyers, s'est bien développé, sans qu'on puisse cependant porter un jugement définitif sur cet arbre.

Parmi les plantations les plus importantes de l'Institut figurent celles des arbres à caoutchouc. Celles de *Manihot Glaziovii* (caoutchouc du Ceara) prospèrent bien, quoique, en quelques endroits, les racines aient été attaquées par un champignon; sur trois nouvelles espèces de *Manihot* importées récemment du Brésil, une seule a bien poussé, le *M. dichotoma*, quoiqu'il croisse plus lentement que le précédent. Le *Kickxia elastica* s'est bien développé et les vieux arbres fournissent un excellent caoutchouc; toutefois, par la répétition des incisions, la quantité de latex diminue beaucoup plus rapidement que chez le *Manihot* ou l'*Hevea*. L'*Hevea brasiliensis* (caoutchouc de Para) prospère bien dans la vallée de la Sigi, ainsi que le *Ficus elastica* et le *Castilloa elastica*; le *Mascarenhasia elastica* croît lentement entre 500 et 800 m., et donne encore peu de caoutchouc; il en est de même des diverses lianes à caoutchouc.

Parmi les plantes à fibres, la culture du coton a été tentée, bien que les conditions de climat et de sol ne soient pas des plus favorables. La variété *caravonica* a réussi entre 500 et 850 m. et on a pu récolter déjà quelques capsules. Le *Musa textilis* a donné des fibres, isolées à l'aide de l'appareil Duchemin, utilisables industriellement. Diverses espèces d'Agaves et de Bambous se sont développées vigoureusement.

Les plantations de l'Institut renferment encore une foule d'autres arbres donnant des épices, des substances médicinales, des huiles essentielles, des huiles grasses, des matières tannantes et colorantes, des gommes et résines, des bois de construction, des fruits comestibles, du sucre, des fourrages, etc. La plupart poussent bien et la culture pourra en être développée dans la colonie, en profitant des observations faites à Amani.

L'activité du Laboratoire chimique porte surtout sur l'examen des produits récoltés dans le pays, spécialement sur le caoutchouc, les matières tannantes et les gommes et résines. Sur 127 échantillons de caoutchouc étudiés pendant le dernier exercice, 80 provenaient du *Manihot Glaziovii*, 13 de diverses Landolphiées, les autres des *Ficus*, *Hevea*, *Castilloa*, etc.; ils étaient en général de bonne qualité. Au moyen de l'analyse, on a cherché à élucider quelques problèmes, comme: limite d'âge des arbres à inciser, influence des divers sols sur la qualité du caoutchouc, meilleur mode de coagulation du latex, changements chimiques dans le caoutchouc sous l'influence de la conservation. Les matières tannantes proviennent presque toutes de l'*Acacia decurrens*, quelques-unes de l'*A. mollissima*; la moyenne de la teneur des écorces est de 40 %; cependant, quelques-unes renferment jusqu'à 59 % de matière tannante. Les résines étudiées sont surtout de celles qui se gonflent dans l'eau; malheureusement, l'emploi en est limité et le prix minime, de sorte que l'exportation n'en serait pas très rémunératrice.

Le Laboratoire chimique a entrepris également une série de recherches étendues sur la question des engrais, en particulier pour le caféier et les agaves, et il a fait, d'autre part, de nombreuses analyses de sols de différentes localités de la colonie et des analyses de minerais qui ont permis de constater l'existence de gisements de cuivre très riches.

Enfin, le Laboratoire entomologique poursuit l'étude de tous les animaux (insectes surtout) qui s'attaquent aux plantes et recherche les moyens de parer à ces attaques; il prête également son concours à l'étude des insectes transmetteurs de maladies tropicales.

Tous les travaux exécutés à l'Institut d'Amani sont publiés dans deux revues : les *Berichte über Land-und Forstwirtschaft in Deutsch-Ostafrika*, qui paraissent à la librairie Carl Winter, à Heidelberg, et *Der Pflanzer*, qui est imprimé dans la colonie même, à Tanga. Ces deux recueils constituent une source très précieuse de documents pour tout ce qui concerne l'Agriculture tropicale.

L'Institut d'Amani commence à être connu dans les milieux scientifiques et coloniaux. Au cours de ces dernières années, il a reçu la visite d'un certain nombre de savants et de planteurs, qui y ont trouvé, avec une cordiale hospitalité, les renseignements les plus complets sur les questions pour lesquelles ils étaient venus se documenter.

UN PRÉCURSEUR FRANÇAIS DE COPERNIC : NICOLE ORESME (1377)

I. — Introduction.

En 1368[1], l'un des maîtres les plus autorisés de la Faculté des Arts de Paris, Albert de Helmstædt, surnommé Albert de Saxe, commentait le *Traité du Ciel et du Monde* d'Aristote. En une des *Questions* sur le second livre de ce traité, il se demandait « si la Terre, placée au milieu du Ciel comme au milieu du Monde, repose sans cesse ou se meut sans cesse ». Il écrivait[2] à ce propos :

« Au sujet de cette question ou conclusion, je dois dire qu'un de mes maîtres semble professer l'opinion suivante : Démontrer que le mouvement de la Terre et le repos du Ciel ne s'accordent pas avec les phénomènes est chose impossible.

« Mais, sauf le respect que je lui dois, il me semble que c'est chose fort possible, et cela pour la raison suivante : Nous ne pouvons d'aucune manière, par le mouvement de la Terre et le repos du Ciel, sauver les conjonctions et les oppositions des planètes, non plus que les éclipses de Soleil et de Lune. Il est vrai que mon maître ne pose ni ne résout cette raison, bien qu'il pose et résolve plusieurs autres des preuves par lesquelles on s'efforce de nous persuader du repos de la Terre et du mouvement du Ciel. »

Il est très certain, et Albert a raison de l'affirmer, que le seul mouvement de la Terre ne saurait expliquer tous les phénomènes célestes; il n'en est pas moins vrai que le mouvement diurne peut s'expliquer en laissant le Ciel immobile et en faisant tourner la Terre autour de l'axe du Monde, tout aussi bien qu'on l'expliquait en maintenant la Terre au repos et en faisant tourner le Ciel; le témoignage d'Albert de Saxe nous apprend qu'au milieu du XIVe siècle, en l'Université de Paris, un de ses maîtres soutenait l'équivalence de ces deux explications et l'impossibilité de choisir entre elles à l'aide d'arguments tirés de l'expérience.

Ce maître, dont le nom nous est inconnu, n'avait pas réussi à convaincre Albert de Saxe; n'avait-il pas eu plus de succès auprès de certains de ses élèves?

Il convainquit au moins un de ceux qui suivaient les leçons de la Faculté des Arts vers le temps même où Albert de Saxe les entendait; et l'adepte qu'il parvint à conquérir devait être l'un des personnages les plus importants de l'Université de Paris sous le règne de Charles V : nous avons nommé Nicole Oresme.

Dès 1348, nous voyons[1] Maître Nicole Oresme, du diocèse de Bayeux, étudier en Théologie à Paris. En 1356, il est grand-maître du Collège de Navarre. En 1362, déjà pourvu du grade de maître en Théologie, il est nommé chanoine de Rouen. Le 18 mars 1364, il est élevé au rang de doyen du chapitre. Le 3 août 1377, il devient évêque de Lisieux. Il meurt à Lisieux le 11 juillet 1382.

L'activité intellectuelle d'Oresme fut très grande; on lui doit un grand nombre d'ouvrages[2], les uns composés en latin, les autres en un français qui en fait, au XIVe siècle, l'un des maîtres de notre langue. Beaucoup de ses écrits ont pour objet de lutter contre l'Astrologie. Son traité *De origine, natura, jure et mutationibus monetarum*, dont il avait également donné une traduction française, le font regarder par les économistes comme un précurseur; et en étudiant son opuscule *De latitudinibus formarum*, Maximilien Curtze a montré[3] qu'en l'invention des coordonnées, il avait devancé Descartes et Fermat.

Charles V désirait répandre en son royaume les connaissances réservées jusque-là aux clercs qui possédaient le latin; pour le seconder en ce dessein, il s'adressa au doyen du chapitre de Rouen, auquel, à maintes reprises, il avait manifesté sa confiance.

Oresme avait déjà composé en français un *Traicté de l'Espère* [de la Sphère], destiné à enseigner « la figure et la disposition du Monde, le nombre et l'ordre des éléments et les mouvements des corps du Ciel à tout homme qui est de franche condition et de noble engin ». Charles V le chargea de traduire en français et de commenter quelques-uns des écrits d'Aristote. Oresme donna ainsi la traduction, avec glose et commentaires, des *Éthiques* d'Aristote en 1370, des *Politiques* et des *Économiques* en 1371; ces écrits ont été imprimés au XVIe siècle. Il donna également la traduction, avec commentaires, des quatre livres *Du Ciel et du Monde* d'Aristote.

---

[1] Sur cette date, voir : P. Duhem, *Jean Buridan et Léonard de Vinci*. I. Une date relative à Maître Albert de Saxe (*Bulletin Italien*, t. IX, p. 27; Janvier-Mars 1909).

[2] Alberti de Saxonia *Subtilissimæ quæstiones in libros de Cœlo et Mundo*; in lib. II, quæst. XXVI (Ed. de Venise, 1492).

[1] Denifle et Chatelain, *Chartularium Universitatis Parisiensis*, tomus II, pars prior (1300-1350); p. 638 et p. 641, en note.

[2] Voir, au sujet des écrits d'Oresme : Francis Meunier, *Essai sur la vie et les ouvrages de Nicole Oresme*; thèse de Paris. 1857.

[3] Sur Nicole Oresme mathématicien, voir : Moritz Cantor, *Vorlesungen über die Geschichte der Mathematik*, 2te Auflage. IIter Band, Leipzig, 1900; pp. 128-137.

Ce dernier ouvrage n'a jamais été imprimé; mais on en possède diverses copies manuscrites.

La Bibliothèque Nationale en conserve une[1] qui est ornée de miniatures et porte la signature du Duc de Berry, frère de Charles V. Une autre copie[2], également contemporaine de Nicole Oresme, et fort correcte, a été mise à notre disposition par la Direction des Manuscrits de la Bibliothèque Nationale[3]. C'est de cette copie que sont extraits les textes que nous allons donner.

L'ouvrage de Nicole Oresme commence en ces termes :

« Au nom de Dieu[4], cy commence le livre d'Aristote appelé du Ciel et du Monde, lequel, du commendement de très souverain et très excellent prince, Charles le Quint de cest nom, par la grâce de Dieu Roy de France, désirant et amant toutes nobles sciences.

» Je, Nicole Oresme, Doyen de l'église de Rouen, propose translater et exposer en françois. »

Il se termine par une page où nous trouvons ce passage :

« Et ainsi, à laude de Dieu, j'ay accompli le livre du Ciel et du Monde au commendement de très excellent prince Charles Quint de ce nom, par la grâce de Dieu Roy de France, lequel, en ce faisant, m'a fait évesque de Lisieux. »

Cette phrase nous fait connaître la date de l'ouvrage, puisque Oresme fut nommé évêque de Lisieux le 3 août 1377.

Au second livre du *Traité du Ciel et du Monde*, Aristote établit que la Terre demeure immobile au milieu du Monde; c'est l'objet des deux chapitres qu'en sa traduction Nicole Oresme intitule ainsi :

Au XXIVe Chapitre, il commance à déterminer de la Terre, en tant comme elle est centre du Monde, et premièrement de son lieu, en reprenant autres oppinions.

Au XXVe Chapitre, il récite les oppinions d'aucuns du mouvement de la Terre.

Après avoir traduit et « glousé » ces deux chapitres, Oresme expose sa propre opinion dans les termes suivants[5] :

[1] Bibliothèque Nationale, fonds français, n° 565.

[2] Bibliothèque Nationale, fonds français, n° 1083.

[3] Une très obligeante indication de M. Omont, directeur du Département des Manuscrits à la Bibliothèque Nationale, nous a permis de consulter ce texte. Nous lui demandons la permission de lui exprimer ici notre gratitude.

[4] Nous gardons scrupuleusement le langage d'Oresme. L'orthographe de certains mots varie beaucoup, au cours de l'ouvrage, selon le caprice du copiste; entre ces orthographes diverses, nous avons choisi celle qui se rapproche le plus de l'orthographe actuelle. Le seul signe de ponctuation qui figure au texte manuscrit est le point; les autres ont été introduits par nous; il en est de même de l'apostrophe, inconnue au temps d'Oresme; le copiste écrit, par exemple, *il sensuit* là où nous écrivons : *il s'ensuit*.

[5] Bibl. Nat., fonds français, ms. n° 1083, fol. 87, col. *a*, à fol. 90, col. *b*.

II. — Que l'on ne pourroit prouver par quelconque expérience que le Ciel soit meu de mouvement journal et la Terre non[1].

Mes, soubs toute correction, il me semble que l'on pourroit bien soutenir et colorer la derrenière oppinion, c'est assavoir que la Terre est meue de mouvement journal et le Ciel non.

Et premièrement, je vueil déclairer que l'on ne pourroit monstrer le contraire par quelconque expérience; secundement, ne par raisons; et, tiercement, remettre raisons à ce.

Quant au premier point, une expérience est que nous voions sensiblement le Solail et la Lune et plusieurs des estoilles de jour en jour lever et rescoucer, et aucunes tournoier entour le pôle artique, et ce ne peut estre fors par le mouvement du Ciel, sicomme il fut monstré au XVIe Chapitre; et doncques est le Ciel meu de mouvement journal.

Une autre expérience est : Car si la Terre est ainsi meue, elle faict I tour parfait en I jour naturel, et doncques nous, et les arbres, et les maisons sommes meus vers orient très isvelment[2]; et ainsi il nous sembleroit que l'aer et le vent ventist tousjours très fort devers orient et bruerait auxi comme il fait contre un carreau; et le contraire appert par expérience.

La tierce est que met Ptholémée : Car qui seroit en une naif meue très isvelment vers orient et trairoit une saecte[3] tout droit en haut, elle ne cherroit pas en la naif, mes bien loing de la naif vers occident; et semblablement si la terre est meue si très isvelment en tournant d'occident en orient, posé que l'on giestast une pierre tout droit en haut, elle ne cherroit pas au lieu dont elle part, mes bien loing vers occident; et le contraire appert de fait.

Il me semble que par ce que je disoie à ces expériences, l'on pourroit respondre à toutes autres qui seroient amenées à cest propos.

Et doncques, je met premièrement que toute la machine corporelle ou toute la masse de tous les corps du Monde est divisée en deux parties :

Une est le Ciel, ouvecques l'espère[4] du feu et la haute région de l'aer; et toute ceste partie, selon Aristote, au premier des *Méthéores*, est meue de mouvement journal[5].

[1] Ce titre et les trois titres analogues que l'on trouvera plus loin n'occupent pas, dans le manuscrit, la place que nous leur avons donnée; on les trouve en une table des « chouses bien notables » contenues aux deux premiers livres de l'ouvrage d'Aristote et du commentaire d'Oresme, table qu'Oresme a mise après le second livre (Ms. cit., fol. 122, col. *a*, à fol. 124, col. *b*.)

[2] *Isvelté*, *ysvelté*, *ysvelleté* signifie : *vitesse*. (De là notre mot actuel *sveltesse*); *isvelment* ou *ysvelment* signifie : *vite*; *isvel* ou *ysvel*, signifie : *rapide*.

[3] Saecte = flèche (*Sagitta*).

[4] Espère = sphère.

[5] Aristote en donnait pour preuve le mouvement diurne

L'autre partie est tout le mourant : c'est assavoir la moenne et la basse région de l'aer, l'eaue, et la terre, et les corps mixtes; toute cette partie est immobille de mouvement journal.

Item, je suppose que le mouvement local ne peut estre sensiblement apperceu fors en tant comme l'on apperçoit un corps soy avoir autrement au regart d'autre corps. Et pour ce, si un homme est en une naif appelée A, qui soit meue très souef[1], isvelment ou tardifvement, et que cest homme ne voie autre chouse, fors une autre naif appelée B, qui soit meue de tout semblablement comme A en quoy il est, je di qu'il semblera à cest homme que l'une et l'autre ne se meuve; et si A repose et B est meue, il lui appert et semble que B est meue; et si A est meue et B repose, il lui semble comme devant que A repose et que B est meue.

Et ainsi, si A reposoit par une heure et B feust meue, et tantoust en l'autre heure ensuyvant feust *econverso*, que A feust meue et B reposast, cest homme ne pourroit appercevoir ceste mutacion ou variacion, mes continuelment que B feust meue; et ce appert par expérience.

Et la cause est que ces deux corps A et B ont continuelment autre regart un à l'autre, en telle manière dutout quant A est meu et B repose, comme il ont quant *econverso*, quant B est meu et A repose.

Et il appert au quart livre de la *Perspective* de Witelo[2] que l'on n'apperçoit mouvement fors tellement comme l'on apperçoit un corps soy avoir autrement au regart d'un autre.

Je di doncques que si, de ces deux parties du Monde dessus dictes, celle dessus estoit au jour d'huy meue de mouvement journal, comme si est, et celle de bas non; et demain feust le contraire, que celle de cy bas feust meue de mouvement journal, et l'autre non, c'est assavoir le Ciel etc., nous ne pourrion appercevoir en rien ceste mutacion, mes tout sembleroit estre en une manière huy et demain quant à ce. Et nous sembleroit continuellement que la partie où nous sommes reposast et que l'autre feust tousjours meue; auxi comme il semble à un homme qui est en une naif meue que les arbres dehors sont meus.

Et semblablement, si un homme estoit au Ciel, posé qu'il soit meu de movement journal, et que cest homme qui est porté ouvecques le Ciel veoit cleirement la Terre et distinctement les mons, les vauls, fleuves, villes et chastiaux, il lui sembleroit que la Terre feust meue de mouvement journal, auxi comme il semble du Ciel à nous qui sommes à Terre.

Et semblablement si la Terre estoit meue de mouvement journal et le Ciel non, il nous sembleroit que la Terre reposast et que le Ciel feust meu; et ce peut ymaginer légièrement chascun qui a bon entendement.

Et par ce appert cleirement la responce de la première expérience, car l'on diroit que le Solail et les estoilles appairent auxi couscher et lever et le Ciel tourner pour le mouvement de la Terre et des ellémens où nous habitons.

A la secunde, appert la responce par ce que, selon ceste oppinion, la Terre seulement n'est pas auxi meue, mes ouvecques ce, l'eaue et l'aer, comme dit est; quant combien que l'eaue et l'aer de cy bas soient meus autrement par les vens ou par les autres causes; et est semblable comme si en une naif meue, estoit aer enclos; il sembleroit à celuy qui seroit en tel aer que il ne se meust,

A la tierce expérience, qui semble plus forte, de la saecte ou pierre jetée en haut etc., l'on diroit que la saecte traicte en haut, ouvecques ce trait, est meue vers orient très isvelment ouvecques l'aer par my lequel elle passe et ouvecques toute la masse de la basse partie du Monde devant signée qui est meue de mouvement journal; et pour ce la saecte rechiet au lieu de terre dont elle est parti.

Et telle chouse appert possible par semblable; car, si un homme estoit en une naif meue vers orient tres isvelment sans ce qu'il apperceust ce mouvement, et il tiroit sa main en descendant et en descrissant une droicte ligne contre le maast de la naif, il lui sembleroit que sa main ne feust meue fors de mouvement droit; et ainsi, selon ceste oppinion, nous semble de la saecte qui descent ou monte droit en bas ou en haut.

Item, dedans la naif ainsi meue comme dit est, peuvent estre mouvemens du lonc, du travers, en haut, en bas, en toutes manières, et semblent estre du tout comme si la naif reposast, et pour ce, si un homme eu telle naif alloit vers occident moins isvelment qu'elle ne va vers orient, il lui sembleroit qu'il approicheroit vers occident, et il approiche vers orient; mes semblablement, en cas devant mis, tous les mouvemens de cy bas sembleroient estre comme si la Terre reposast.

Item, pour déclairer la responce à la tierce expérience, après cet exemple artificiel, j'en vueil mettre un autre naturel, lequel est vray selon Aristote; et posé que, en la haute région de l'aer, soit une porcion de pur feu appelé A qui soit très léger, en tant que par ce il monte au plus haut, au lieu appelé B (fig. 1), près de la superfice concave du Ciel. Je di

---

des comètes qui se forment, croyait-il, en la région la plus élevée de l'air.

[1] Souef = doucement (*suaviter*).

[2] Le nom de cet opticien de la fin du XIIIe siècle est généralement écrit *Vitello* ou *Vitellio*. Maximilian Curtze a soutenu (*Bulletino* de Boncompagni, t. IV, p. 49; 1871) que ce nom devait s'orthographier *Witelo*. Cette orthographe est justement celle qu'a adoptée Nicole Oresme.

que, auxi comme il seroit de la saecte au cas dessus mis, il convient en cestuy que le mouvement de A soit composé de mouvement droit et de partie circulaire; car la région de l'aer et les espères du feu par lesquelles A passa sont meues selon Aristote de mouvement circulaire.

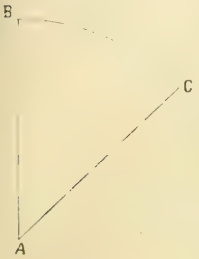


Fig. 1.

Et doncques, se il n'estoient ainsi meues, A monteroit tout droit en haut par la ligne AB; mes pour ce que, par mouvement circulaire et journal, B est entre temps translaté sicques[1] en droit C, il appert que A, en montant, descrit la ligne AC, et est le mouvement de A composé de mouvement droit et circulaire; et ainsi seroit le mouvement de la saecte comme dit est; et de telle composicion ou mixtion de mouvemens fut dit au tiers Chapitre du Premier.

Je conclut doncques que l'on ne porroit par quelconque expérience monstrer que le Ciel feust meu de mouvement journal et que la Terre ne feust ainsi meue.

III. — Que ce ne pourroit estre prouvé par raison.

Quant au secunt point, si ce povoit estre monstré par raisons, il me semble que ce seroit par celles qui s'ensuivent, auxquelles je respondré tellement que, par ce, l'on pourroit respondre à toutes autres à ce pertinentes.

Premièrement tout corps simple a un seul simple mouvement, et la Terre est un ellément simple qui a selon ses parties droit mouvement naturel en descendant; et doncques elle ne peut avoir autre mouvement; et tout ce appert par le quart Chapitre du Premier.

Item, mouvement circulaire n'est pas naturel à la Terre, car elle a un autre, comme dit est; et se il lui est violent, il ne pourroit estre perpétuel, selon ce qu'il appert au Premier Livre, en plusieurs lieux.

Item, tout mouvement local est au regart d'aucun corps qui repose, selon ce que dit Adverrois au VIIIe Chapitre; et pour ce il conclut que il convient par nécessité que la Terre repose au milieu du Ciel.

Item, tout mouvement est fait par aucune vertu motive, si comme il appert au VIIe et VIIIe de Phisique, et la Terre ne peut estre meue circulairement par sa pesanteur; et si elle est ainsi meue par vertu dehors, tel mouvement seroit violent et non perpétuel.

Item, si le Ciel n'estoit meu de mouvement journal, toute Astrologie[1] seroit faulse, et une grande partie de Philosophie naturelle, où l'on suppose partout ce mouvement au Ciel.

Item, ce semble estre contre la Sainte Escripture qui dit : *Oritur Sol et occidit, et ad locum suum revertitur, ibique renascens girat per meridiem, et flectitur ad aquilonem; in circuitu pergit species et in circulos suos revertitur.*

Et ainsi est il escript de la Terre que Dieu la fit immobile : *Et enim firmavit orbem Terræ qui non commovebitur.*

Item, l'Escripture dit que le Solail s'arresta au temps de Josué et que il retourna au temps du roy Ezéchias; et si la Terre feust meue comme dit est, et le Ciel non, tel arrestement eust esté retournement, et le retournement que dit est eust plus esté arrestement, et c'est contre ce que dit l'Escripture.

Au premier argument, où il est dit que tout corps simple a un seul simple mouvement, je di que la Terre, qui est corps simple selon soy toute, non a quelconque mouvement selon Aristote, comme il appert au XXIIe Chapitre.

Et qui diroit que tel corps a un seul mouvement simple non pas selon soy tout, mes selon ses parties, et seulement quant elles sont hors de leur lieu, contre ce est forte instance de l'aer qui descent quant il est en la région du feu et monte quant il est en la région de l'eaue, et ce sont deux simples mouvements.

Et pour ce, l'on peut dire moult plus raisonnablement que chascun corps simple ou ellément du Monde, excepté par aventure le souverain Ciel, est meu en son lieu naturellement de mouvement circulaire.

Et si aucune partie de tel corps est hors de son lieu et de son tout, elle y retorne plus droit qu'elle peut, osté empeschement.

Et ainsy seroit il d'une partie du Ciel si elle estoit hors du Ciel; et n'est pas inconvénient que un corps simple selon soy tout ait un simple mouvement en son lieu, et autre mouvement selon ses parties en retournant en leur lieu; et convient telle chouse octroier selon Aristote, si comme je diré tantoust après.

Au secunt, je di que ce mouvement est naturel à la Terre, toute et en son lieu, et néantmoins, elle a autre mouvement naturel selon ses parties quant elles sont hors de leur lieu naturel, et est mouvement droit et en bas.

Et selon Aristote, il convient octroier chouse

[1] Sicques = jusques.

[1] Ce mot est pris ici dans le sens qu'a aujourd'hui le mot Astronomie.

semblable de l'ellément du feu, qui est meu naturelment en haut selon ses parties quant elles sont hors de leur lieu ; et ouvecques ce, selon Aristote, tout cest ellément en son espère et en son lieu est meu de mouvement journal perpétuellement, et ce ne pourroit estre si ce mouvement estoit violent. Et selon ceste oppinion, le feu n'est pas ainsi meu, mes c'est la Terre.

Au tiers, où il est dit que tout mouvement requiert aucun corps reposant, je di que non, fors à ce que tel mouvement puisse estre apperceu, et oncor souffisoit il que tel autre corps fust meu autrement; mes il ne requiert pas autre corps quant à ce que tel mouvement soit, si comme il fust déclairé au VIIIe chapitre.

Car posé que le Ciel soit meu de mouvement journal, et que la Terre feust meue semblablement, ou au contraire, ou que par ymagination elle fust adnichillée, pour ce ne cesseroit pas le mouvement du Ciel, et ne seroit pour ce ne plus isvel ne plus tardif, car l'intelligence qui le meut ne le corps qui est meu ne seroient pas pour ce autrement disposés.

D'autre partie, posé que le mouvement circulaire requerist autre corps reposant, il ne convient pas que ce corps reposant soit au milieu de ce corps ainsi meu, car, au milieu de la mole d'un molin ou d'une telle chouse meue, rien ne repose, fors un tout seul point mathématique qui n'est pas corps; ne aussi au milieu du mouvement de l'estoille qui est près du pôle artique.

Et doncques l'on pourroit dire que le souverain Ciel repose ou est meu autrement que les autres corps pour ce que il est requis à ce que les autres mouvemens soient ou à ce que euls soient perceptibles.

Au quart, l'on peut dire que la vertu qui ainsi meut en circuite cette basse partie du Monde, c'est sa nature, sa forme; et est ce même qui meut la Terre à son lieu quant elle en est hors, ou par telle nature comme le fer est meu à l'aymant.

D'autre partie, je demande à Aristote quelle vertu meut le feu, en son espère, de mouvement journal; car l'on ne peut pas dire que le Ciel le traie ainsi ou ravice par violence, tant pource que tel mouvement est perpétuel, tant pource que la superfice concave est très polie, sicomme il fut dit au XIe Chapitre, et pour ce elle passe sur le feu très souef, sans fréer, sans tirer, sans bouter, sicomme il fut dit au XVIIIe Chapitre.

Et doncques convient dire que le feu est ainsi meu circulairement de sa nature et par sa forme, ou par aucune intelligence, ou par influence du Ciel.

Et semblablement peut dire de la Terre cellui qui met qu'elle est meue de mouvement journal, et le feu non.

Au quint, où est dit que, si le Ciel ne faisoit un circuite de jour en jour, toute Astrologie seroit faulse etc., je di que non, car tous regars, toutes conjuncions, toutes opposicions, constellacions, figures et influences du Ciel seroient auxi comme il sont du tout en tout, sicomme il appert par ce que fut dit en la responce de la première expérience. Et les tables des mouvemens et tous autres livres auxi vrais comme il sont, fors tant seulement que du Ciel selon apparence et en Terre selon vérité; et ne s'ensuit autre effet de l'un plus que de l'autre.

Et à ce propos fait ce que met Aristote au XVIe chapitre, de ce que le Solail nous appert tourner et les estoilles sintiller ou ocilleter, car il dit que si la chouse que l'on voit estre meue, ou si le voiement est meu de mouvement journal.

Au sixte, de la Sainte Escripture qui dit que le Solail tourne etc., l'on diroit qu'elle se conferme en ceste partie à la manière de commun parler humain, auxi comme elle fait en plusieurs lieux, sicomme là où il est escript que Dieu se repanti, et courroça, et rapesa, et telles chouses qui ne sont pas ainsi comme la lettre sonne.

Et meisme près de notre propos lisons nous que Dieu queuvre le Ciel de nues : *Qui operit celum nubibus*. Et toutes voies, selon vérité, le Ciel queuvre les nues. Et ainsi diroit-l-on que le Ciel est meu selon apparence de mouvement journal et la Terre non ; et, selon vérité, il est au contraire.

Et de la Terre l'on diroit qu'elle ne se meut de son lieu ne à son lieu selon apparence, mes bien selon vérité.

Au VIIe, presque semblablement l'on diroit que, au temps de Josué, le Solail se arresta et, au temps de Ezéchias, il retorna, et tout selon apparence; mes selon vérité, la Terre se arresta au temps de Josué, et avença ou hasta son mouvement au temps de Ezéchias, et en ce n'ont différence à l'effet qui s'ensuit, et ceste voie semble plus raisonnable que l'autre, sicomme il sera déclairé après.

IV. — Plusieurs belles persuasions à montrer que la Terre est meue de mouvement journal et le Ciel non.

Et quand au tiers point, je vueil mettre persuasions ou raisons par quoy il semble que la Terre soit meue comme dit est.

Premièrement, que toute chouse qui a mestier d'une autre chouse doit estre appliquée à recevoir le bien qu'elle a de l'autre par le mouvement d'elle, qui reçoit.

Et pour ce voions nous que chascun ellément est meu au lieu naturel où il est conservé et va en son lieu, mes son lieu ne va pas à luy.

Et doncques la Terre et les ellémens de cy bas, qui ont mestier de la chaleur et de l'influence du Ciel tout environ, doivent estre disposés par leur mouvement à recevoir ce proufit deuement.

Auxi, à parler familièrement, comme la chouse qui est roustie au feu reçoit environ elle la chaleur du feu pource que elle est tournée, et non pas pource que le feu soit tourné environ elle.

Item, au cas où ne expérience ne raison ne monstrent le contraire, sicomme dit est, c'est moult plus raisonnable que tous les principals mouvemens des simples corps du Monde soient et voiesent en procédant tous en une voie ou en une manière ; et ce ne pourroit estre selon les philosophes et les astrologues que tous feussent d'orient en occident. Mes si la Terre est meue comme dit est, tous procèdent en une voie d'occident en orient; c'est assavoir la Terre en faisant son circuite en un jour naturel sur les pôles de ce mouvement, et les corps du Ciel sur les pôles du Zodiaque, et la Lune en un moys, le Solail en un an, Mars en deux ans ou environ, et ainsi des autres.

Et ne convient mettre au Ciel autres pôles principals, ne deux manières de mouvemens, un d'orient en occident, et les autres auxi comme au contraire et sur autres pôles, la chouse il conviendroit mettre par nécessité si le Ciel estoit meu de mouvement journal.

Item, par ceste manière, et non autrement, seroit le pôle artique le dessus du Monde, en quelconque lieu que ce pôle soit, et occident seroit la dextre partie, en supposant l'ymaginacion que Aristote met au quint Chapitre.

Et ainsi la partie de la Terre qui est habitable, et meismement celle où nous sommes, seroit le dessus de nous et la dextre du Monde, et au regart du Ciel, et au regart de la Terre, car tout mouvement de tels corps par ce seroit d'occident en orient, comme dit est.

Et c'est raisonnable que habitation humaine soit en plus noble lieu que soit sur terre.

Et si le Ciel est meu de mouvement journal, tout le contraire a vérité, selon ce qu'il appert par Aristote au VIIe Chapitre.

Item, combien que Adverrois die au XXe Chapitre que mouvement est plus noble que repos, le contraire appert, car, selon meisme Aristote en ce Chapitre XXIIe, la plus noble chouse qui soit et qui puisse estre a sa perfection sans mouvement : c'est Dieu.

Item, repos est fin de mouvement et pour ce, selon Aristote, les corps de cy bas sont meus à leurs lieux naturels pour euls y reposer.

Item, en signe que repos vault mieux, nous prions pour les mors que Dieu leur donne repos : *Requiem eternam* etc.

Et doncques reposer ou estre moins meu est mieux et plus noble condicion que estre meu ou plus meu, et plus loing de repos.

Et pour ce, appert la position dessus dicte très raisonnable ; car l'on diroit que la Terre, qui est le plus vil ellément, et les ellémens de cy bas font leur circuite très isvelment; et l'aer soverain et le feu moins isvelment sicomme il appert aucunes fois par les comètes.

Et la Lune et son ciel encor plus tardifvement, car elle fait en un mois ce que la Terre fait en un jour naturel. Et ainsi, en procédant tousjours, les plus haux cieuls font leur révolution plus tardifvement, combien que en ce soit aucune instance. Et est ce procès siques au ciel des estoilles fichiés, lequel repose du tout, ou fait sa révolution très tardifvemement et, selon aucun, en XXXVI^M^ (36.000) ans ; c'est, en cent ans, meu par un degré.

Item, par ceste voie, et non par autre, peut estre légièrement solue la question que propouse Aristote au XXIe chapitre, ouvecques peu de addicion ; et ne convient pas mettre tant de degrez de chouses ne tèles difficultés obscures comme Aristote met en sa responce au XXIIe Chapitre.

Item, c'est chouse raisonnable que les ciels qui sont plus grans ou plus loing du centre facent leur circuite en révolucion en plus de temps que ceuls qui sont plus loing du centre ; car se il les faisoient en temps équal ou mendre, leurs mouvemens seroient très isvels excessivement; et doncques l'on diroit que nature recompense, et a ordrené que les révolucions des corps qui sont plus loing du centre soient faictes en plus grant temps.

Et pour ce, le souverain des ciels qui est meu fait son circuite ou sa révolucion en très lonc temps, et encor est il très grandement meu pour la grandeur de son circuite.

Mes la Terre qui fait très petite circuite, si l'a tantoust fait par mouvement journal. Et les autres corps moiens entre le plus haut et le plus bas font leurs révolucions moiennement, combien que ne soit pas proporcionnelment.

Et par ceste manière, une constellation qui est vers aquillon, *Major Ursa*, que nous appelons le char, ne va pas à reculons, le char devant les bœufs, sicomme il yroit posé qu'il feust meu de mouvement journal, mes va par droict ordre.

Item, tous philosophes dient que pour néant est fait par plusieurs ou par plus grandes opéracions ce qui peut estre fait par moins d'opéracions ou par plus petites. Et Aristote dit au VIIIe Chapitre que Dieu et Nature ne font rien pour néant.

Or est il ainsi que si le Ciel est meu de mouvement journal, il convient mettre ès principals corps du Monde et au Ciel deux manières de mouvemens auxi comme contraire, un d'orient en occident,

et les autres *econverso*, comme souvent dit est.

Et ouvecques ce, il convient mettre une isvelté excessivement grande; car qui bien pense et considère la hauteisce ou distance du Ciel et la grandeur de lui et de son circuite, si tel circuite est fait en un jour, un homme ne pourroit ymaginer ne penser l'isvelté du Ciel comme elle est merveilleusement et excessivement grande, et auxi comme inoppinable et inestimable.

Et doncques, puis que tous les effez que nous voions peuvent estre fais, et toutes apparences sabiées, pour mettre en lieu de ce une petite opéracion, c'est assavoir le mouvement journal de la Terre qui est très petite au regart du Ciel, sans multiplier tant d'opéracions si diverses et si oultrageusement grandes, il s'ensuit que Dieu et Nature les auroient pour néant faictes et ordrenées; et c'est inconvénient, comme dit est.

Item, posé que tout le Ciel soit meu de mouvement journal et, ouvecques ce, que la VIIIe espère soit meue d'autre mouvement, sicomme mettent les astrologiens, il convient selon euls une IXe espère qui est meue seulement de mouvement journal.

Mes, posé que la Terre soit meue comme dit est, le VIIIe Ciel est meu d'un seul mouvement tardif.

Et ainsi, par ceste voie, il ne convient pas songier ne adunner[1] une IXe espère naturelle, invisible et sans estoilles, car Dieu et Nature auroient pour néant faicte telle espère, quant par autre voie toutes chouses peuvent estre comme elles sont.

Item, quant Dieu fait aucun miracle, l'on doit supposer et tenir que ce fait il sans muer le commun cors de nature, fors au moins que ce peut estre; et doncques, si l'on peut sauver que Dieu aloisgna le jour au temps de Josué pour arrester le mouvement de la Terre ou de la région de ci bas seulement, laquelle est si très petite et auxi comme un point au regart du Ciel, sans mettre que tout le Monde ensemble, fors ce petit point, eust été mis hors de son commun cors, et meismement tels corps comme sont les corps du Ciel, c'est molt plus raisonnable; et ce peut estre ainsi salvé, sicomme il appert à la responce à la VIIe raison qui fut faicte contre ceste oppinion. Et semblablement pourroit-l-on dire du retour du Solail au temps de Ezéchias.

V. — Comment telles considéracions sont profitables pour la deffense de notre Foy.

Or appert comme l'on ne peut monstrer par quelconque expérience que le Ciel soit meu de mouvement journal; car comment qu'il soit posé, qu'il soit ainsi meu et la Terre non, ou le Ciel non meu et la Terre meue, si un oisel estoit au Ciel et il veist cleirement la Terre, elle sembleroit meue, et si le oiseau estoit en Terre, le Ciel sembleroit meu.

Et le voiement n'est pas pource déceu, car il ne sent ou voit fors que mouvement; mes se il est de tel corps ou de tel, ce jugement est fait par les sens dedans, sicomme il appert en Perspective; et sont tels sens souvent déceus en tel cas, sicomme il fut dit devant de celui qui est en la naif meue.

Après est monstré comment par raisons ne peut estre conclut que le Ciel soit ainsi meu.

Tiercement, ont esté mises raisons aucunes contraires, et qu'il n'est pas ainsi meu et la Terre non : *Deus enim firmavit orbem Terre qui non commovebitur.*

Nonobstant les raisons au contraire; car ce sont persuasions qui ne concludent pas évidemment.

Mes considéré tout ce que dit est, l'on pourrait par ce croire que la Terre est ainsi meue et le Ciel non; et n'est pas évident du contraire.

Et toutes voies ce semble de prime face autant et plus contre raison naturèle comme sont les articles de notre Foy, ou tous, ou plusieurs.

Et ainsi ce que j'ay dit par esbatement en ceste matère peut valoir à confuter et reprendre ceuls qui vouldroient notre Foy par raisons impugner. »

VI. — Conclusion.

De cette dissertation en faveur du mouvement diurne de la Terre, Nicolas Copernic a-t-il eu connaissance? C'est une question à laquelle il serait bien malaisé de répondre d'une manière péremptoire.

Écrit en français, sur l'ordre du roi, à ses frais, par un des personnages les plus considérables de l'Université de Paris, le Commentaire au *Traité du Ciel et du Monde* composé par Maître Nicole Oresme dut jouir en France d'une grande vogue.

En revanche, le fait même qu'il était rédigé en langue française dut empêcher qu'il ne fût aisément connu dans les Universités étrangères.

Au début du XVIe siècle, l'imprimerie française publia les autres traductions faites par Oresme, celle des *Éthiques* comme celle des *Politiques* et des *Économiques;* elle donna aussi, et par deux fois, ce *Traicté de l'Espère* que les manuscrits joignent souvent au *Traité du Ciel et du Monde*, conformément au désir qu'Oresme lui-même avait exprimé; chose étrange, la presse délaissa le seul *Traité du Ciel et du Monde*.

Il est donc fort possible que Copernic ait ignoré ce traité.

Et d'autre part, quand on lit ce que Copernic a écrit[4] pour établir la possibilité et la vraisemblance

[1] Adunner = ajouter, adjoindre.

[4] Nicolai Copernici Torinensis *De revolutionibus orbium cœlestium liber primus*, Capp. VII, VIII et IX.

du mouvement diurne de la Terre, on est frappé des analogies qui rapprochent la pensée du chanoine de Thorn de celle de l'évêque de Lisieux; volontiers on prendrait les Chapitres du *De revolutionibus orbium cœlestium* pour un résumé, trop concis et quelque peu obscur, de ceux que nous avons trouvés au *Traité du Ciel et du Monde*.

Nicole Oresme n'a-t-il été que le précurseur de Nicolas Copernic? N'en a-t-il pas, en outre, été l'inspirateur? Nous posons la question sans oser formuler la réponse.

Pierre Duhem.

Professeur à la Faculté des Sciences de l'Université de Bordeaux.

THERMOMÉTRIE ET CALORIMÉTRIE AUX TEMPÉRATURES TRÈS BASSES

Aux températures très basses que nous sommes aujourd'hui en mesure de réaliser, grâce aux gaz liquéfiés, les méthodes thermométriques et calorimétriques ne sont plus applicables, pour la plupart, sous leur forme usuelle. Et même la définition *pratique* de la température n'a plus une signification bien rigoureuse; les mêmes difficultés atteignent les définitions calorimétriques, qui sont étroitement liées à celles de la température.

Sans insister davantage pour le moment sur ces difficultés, examinons tout d'abord quelles sont les méthodes employées, en nous reportant principalement aux travaux du laboratoire de la *Royal Institution*[1] de Londres, dirigé par le Professeur Dewar.

I. — Calorimétrie.

Un courant d'air passant dans un liquide volatil provoque une évaporation : par suite de la chaleur de vaporisation absorbée par le changement d'état, la température du liquide s'abaisse. Cette propriété a été utilisée par Dewar pour solidifier l'azote et l'hydrogène liquéfiés, en faisant barboter de l'hydrogène à travers l'azote liquide, de l'hélium à travers l'hydrogène liquide. D'après lui, la température atteinte par le liquide s'évaporant est sensiblement (dans l'échelle absolue) la moitié de la température critique, comme le montre le Tableau I ci-dessus.

Il s'ensuit que l'hydrogène barbotant dans l'azote liquéfié, dont la température critique est de —146°C.) 127° abs., amènera ce dernier à la température de (— 210°C.) 63°, inférieure à sa température de fusion; par conséquent, l'azote se solidifiera. En fait, on réalise aisément par ce moyen la solidification de l'azote.

De la même manière, l'hydrogène liquide doit se solidifier quand on le fait traverser par un courant d'hélium : effectivement, cette solidification se produit quand on fait circuler, dans un serpentin à régénération, un mélange d'hydrogène et d'hélium refroidi par l'air liquide s'évaporant dans le vide.

L'air ou l'hydrogène liquides sont donc susceptibles d'être employés comme substances calorimétriques, en mesurant la quantité de ces liquides évaporés, à température constante, par la quantité de chaleur à mesurer.

La figure 1 représente le dispositif quand on utilise l'air. Le calorimètre proprement dit B, un petit récipient à enveloppe de vide, contenant de 25 à 50 centimètres cubes, est placé dans un récipient A de même nature, mais plus grand. La matière dont on veut déterminer la chaleur spécifique est renfermée dans un tube C, réuni à B par un joint flexible D.

En modifiant quelque peu la disposition, comme on le voit à droite de la figure, on peut introduire la substance en B par portions successives. En chauffant ou refroidissant C ou C′, on détermine la chaleur spécifique de la substance entre une température donnée quelconque et la température

Tableau I. — *Températures d'évaporation et températures critiques des liquides.*

	Température d'évaporation T	Température d'ébullition	Température critique Tc	$\frac{T_c}{T}$
Ether	(— 34°) 239°	(+ 35°) 308°	197° 467°	0,51
Anhydride sulfureux	(— 50°) 223°	(— 10°) 263°	(155°) 428°	0,52
Chlorure de methyle	(55°) 218°	— 24°) 249°	141°, 414°	0,53
Ammoniaque	(— 87°) 186°	— 39°) 234°	130°) 403°	0,46
Ethylène	(—132°) 141°	—103°) 170°	(10° 283°	0,50

[1] H. Edw. Armstrong : Low Temperature Research at the R. I. of G. B., 1909.

d'ébullition du liquide contenu dans le calorimètre.

En pratique, le vase A renferme une paire de litres d'air liquéfié de préparation ancienne, déjà enrichi en oxygène par l'évaporation de l'azote, et le calorimètre B contient également de ce liquide, ce qui permet de maintenir la température invariable pendant la durée d'une mesure. On étalonne l'appareil en y introduisant un poids connu d'une

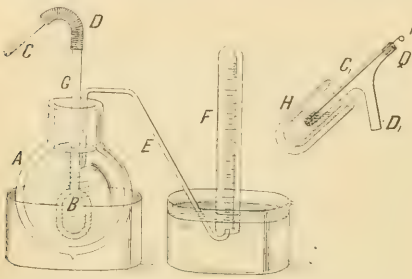


Fig. 1. — *Calorimètre à air liquide.* — A, enveloppe contenant de l'air liquide; B, calorimètre; C ou C_1, substance à étudier; D, joint flexible; E, tube pour le dégagement de l'air liquide vaporisé; F, tube gradué. — A droite, dispositif pour introduire la substance par portions successives, au moyen d'une tige P, glissant dans un bouchon Q.

substance à poids atomique élevé, comme le plomb, dont la chaleur spécifique dépend peu de la température.

La sensibilité du calorimètre varie avec la nature du liquide calorimétrique, comme le montre le Tableau II.

riences préalables semblaient indiquer qu'aux environs de (— 90°) 183°, la chaleur spécifique du diamant devient sensiblement nulle. Toutefois, d'après les observations de Dewar, elle reste mesurable jusque vers (— 220°) 53°, quoiqu'elle diminue très rapidement avec la température. Il en est de même pour la glace:

	CHALEUR SPÉCIFIQUE		
	de 18° à — 78°	— 78° à — 188°	— 188° à — 252°
Diamant	0,0794	0,0190	0,0043
Graphite	0,1341	0,0599	0,0133
Glace.	0,463	0,285	0,146

Il semble, à en juger par ces mesures, que les vibrations moléculaires s'affaiblissent de plus en plus quand on s'approche du zéro absolu, et sans doute cessent complètement au zéro même.

Les métaux ont alors leur conductibilité électrique maximum, les substances non métalliques et les électrolytes leur conductibilité minimum.

« Pour se faire une image grossière des changements produits par le refroidissement, on peut se représenter les molécules du métal comme des tubes à large rebord, ces rebords glissant l'un sur l'autre, de manière qu'un fluide circulant dans une série de ces tubes, placés bout à bout, soit gêné plus ou moins dans son déplacement par les oscillations qui se produisent à tous les joints. A mesure que la température s'abaisse, les rebords se rapprochent de plus en plus, jusqu'à ce que finalement ils coïncident. La conductibilité atteint alors son maximum, car elle n'est plus fonction que de

Tableau II. — ***Propriétés des liquides calorimétriques.***

	TEMPÉRATURE d'ébullition		VOLUME SPÉCIFIQUE du liquide en cm³ à la température d'ébullition	CHALEUR LATENTE de vaporisation en calories-grammes	VOLUME DE GAZ en cm³ à 0° et 760 millimètres par calorie-gramme
Anhydride sulfureux	(+ 10°)	283°	0,7	97,0	3,6
Anhydride carbonique	(— 78°)	195°	0,65 (solide)	142,4	3,6
Éthylène.	(— 103°)	170°	1,7	119,0	7,0
Oxygène	(— 182°5)	90°5	0,9	53,0	13,2
Azote	(— 195°6)	77°4	1,3	50,0	15,9
Hydrogène	(— 252°5)	20°5	14,3	125,0	88,9

L'oxygène est donc environ deux fois plus sensible que l'éthylène, l'hydrogène cinq à six fois plus sensible que l'oxygène.

En pratique, il est commode d'employer l'air liquéfié, parce qu'il n'y a pas à craindre le mélange avec les gaz de l'atmosphère. Pour se servir de l'hydrogène, il faut empêcher l'accès de l'air dans l'appareil, qui doit être alors modifié comme on le voit sur la figure 2.

Les résultats les plus intéressants obtenus par cette méthode sont ceux qui sont relatifs au carbone, diamant ou graphite, et à la glace. Des expé-

la section des tubes et du frottement, sans être réduite par les oscillations des tubes. »

II. — Thermométrie.

Les thermomètres à résistance de platine, qui ont rendu de grands services dans la mesure des températures basses, ne sont plus utilisables aux températures très basses, parce que leur sensibilité est trop réduite. Le coefficient de variation de la résistance du platine diminue, en effet, beaucoup quand la température est très basse.

Mais les thermomètres à gaz sous volume constant permettent de pousser les mesures jusqu'au voisinage de la température d'ébullition du gaz, qu'on emploie un gaz simple comme l'hélium, l'oxygène, l'hydrogène, ou un gaz composé comme l'anhydride carbonique. Il suffit que la pression initiale du gaz soit inférieure à la pression atmosphérique.

La valeur moyenne de la température d'ébullition de l'oxygène, déterminée par ce procédé, est (— 182°,5 C.) 90°,5 abs. et celle de l'hydrogène (— 252°,5) 20°,5 abs. Cette valeur relative à l'oxygène est d'accord avec la moyenne des résultats obtenus par Wroblewski, Olzewski et autres.

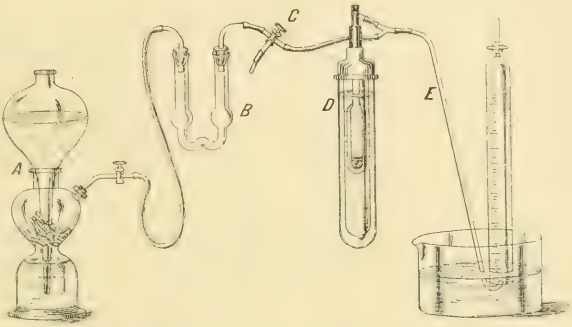


Fig. 2. — *Calorimètre à hydrogène liquide.* — A, générateur d'hydrogène pour remplir l'appareil; B, dessiccateur; C, robinet à 3 voies; D, calorimètre; E, tube de dégagement de l'hydrogène vaporisé dans le calorimètre.

La température de fusion de l'hydrogène, mesurée par le thermomètre à hélium, est 15° abs.

En comparant entre eux un grand nombre de thermomètres à résistance, on a reconnu qu'aux basses températures leurs indications sont très variables, et qu'aux environs de la température d'ébullition de l'hydrogène, il est impossible d'obtenir une mesure quelque peu précise avec les instruments de ce genre. A cette température, la résistivité est réduite à une fraction de sa valeur à 0°, qui est $\frac{1}{105}$ pour le cuivre, $\frac{1}{30}$ pour l'or, $\frac{1}{35}$ à $\frac{1}{17}$ pour le platine, $\frac{1}{24}$ pour l'argent.

La résistivité d'un métal sans alliage paraît diminuer constamment quand la température s'abaisse et, dans chaque cas, tendre vers une limite asymptotique définie. Ce sont l'or et l'argent qui fournissent les meilleures mesures.

Ce serait un travail d'un grand intérêt, mais qui présente de grosses difficultés, de poursuivre cette étude sur des échantillons de métal purifiés avec toutes les ressources de la Chimie.

Dewar s'est servi des propriétés du charbon pour construire un thermomètre à gaz qui a, sur les autres, l'avantage que sa sensibilité augmente quand la température baisse. Un ballon A (fig. 3) renferme le charbon saturé d'air, d'hydrogène ou d'hélium sous une pression convenable. En V se trouve de l'air ou de l'hydrogène liquide; l'espace entre A et D est rempli de la vapeur du liquide V. En faisant tomber sur le ballon un faisceau de lumière peu intense, on observe une dénivellation sensible du manomètre.

La chaleur dégagée par le radium peut être mesurée à l'aide du calorimètre à oxygène ou hydrogène liquides.

Un écran de blende, semblable à celui du spinthariscope de Crookes, ne scintille plus sous l'action du radium quand il est refroidi à la température de l'air liquide. Mais, quand on refroidit le radium, placé, ainsi que l'écran, dans le vide, les scintillations sont aussi intenses qu'à la température ordinaire. C'est une preuve de plus que les substances phosphorescentes perdent cette propriété

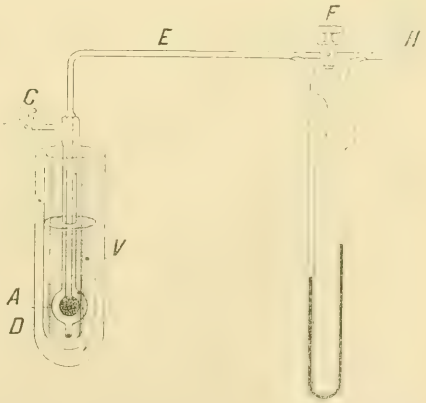


Fig. 3. — *Thermomètre à gaz de Dewar.* — A, ballon renfermant du charbon saturé de gaz; V, air ou hydrogène liquide; E, tube par lequel la pression du gaz vaporisé se communique au manomètre; C, F, robinets.

aux températures très basses et que le radium est une substance tout à fait exceptionnelle.

III. — Remarques sur l'évaluation des températures.

Les températures que nous avons énoncées dans ce qui précède sont exprimées dans le système

qu'on appelle improprement l'échelle absolue.

La seule définition *théorique* de la température indépendante du corps thermométrique que nous possédions est la définition thermodynamique. On sait que, dans cette échelle, l'*intervalle de température* est déterminé par le rendement d'un cycle de transformations réversible, effectué entre les températures qui sont les limites de l'intervalle. Il est impossible en pratique de mesurer directement l'intervalle de température ainsi défini. Un calcul simple, qu'on répète dans tous les cours, montre que l'échelle thermodynamique est représentée exactement par l'échelle d'un thermomètre à *gaz parfait* sous volume constant. Cette circonstance nous permettrait de réaliser un thermomètre absolu, mais aucun gaz réel ne jouit des propriétés de gaz parfaits. Quelques-uns s'en écartent assez peu dans les limites des températures moyennes : mais les écarts deviennent certainement considérables quand ces gaz sont dans des conditions de température et de pression voisines de celles où ils se liquéfient. L'échelle du thermomètre à gaz devient alors arbitraire comme toutes les autres, puisqu'il est impossible de la comparer à l'échelle absolue.

De plus, la notation usuelle des températures procède par progression arithmétique, tandis que l'échelle thermodynamique procède par progression géométrique. Il est naturel, en effet, d'appeler intervalles de température égaux dans l'échelle absolue deux intervalles caractérisés par une même valeur du rendement d'un cycle réversible opéré entre les deux limites des intervalles. Remarquons, à ce propos, qu'il n'est pas exact à tous égards de dire, comme on le fait dans la plupart des cours, qu'on ne peut pas additionner deux températures. Cela est vrai en ce sens que la somme de deux nombres, par lesquels nous exprimons deux températures, représente une température qui n'est liée par aucune relation précise avec les deux autres. Mais nous pouvons très bien concevoir la superposition de deux intervalles de température ayant une limite commune intermédiaire aux limites extrêmes. Elle correspond à l'association de deux machines thermiques, la source froide de l'une étant la source chaude de l'autre. Seulement cette *addition physique* des deux intervalles se traduit non pas par une *addition algébrique*, mais par une multiplication des nombres ou une addition des logarithmes, comme celle des intervalles acoustiques.

Si la limite commune des deux intervalles n'est pas la limite intermédiaire, il suffit de supposer que l'une des machines fonctionne en sens inverse de l'autre.

De la différence de notation signalée, il résulte que le degré centigrade a une valeur thermodynamique variable avec la température elle-même. Si nous désignons la température absolue centigrade par T, cette valeur est :

$$\frac{T+1}{T} = 1 + \frac{1}{T}.$$

elle croît, et très rapidement, quant T devient petit.

La température tend donc asymptotiquement vers le zéro absolu. Aussi, si les nombres de la notation arithmétique se resserrent aux très basses températures, les intervalles thermodynamiques restent du même ordre de grandeur. Il y a le même intervalle entre la température de fusion et la température d'ébullition de l'hydrogène (de 15° à 20° abs.) qu'entre les températures de fusion et d'ébullition de l'eau (273° et 373°). Entre la température d'ébullition de l'hélium et celle de l'hydrogène, l'intervalle thermodynamique est plus grand qu'entre les températures d'ébullition de l'eau et celle du zinc.

Les difficultés qu'il faut surmonter pour gagner quelques degrés dans la région des basses températures croissent donc rapidement. Quelles chances avons-nous d'atteindre le zéro absolu ? Pour pouvoir répondre à cette question, il faudrait d'abord savoir ce qu'il faut entendre par zéro absolu. Or, actuellement, nous ne pouvons nous faire aucune idée sérieuse de ce que, au point de vue physique, représentent les conditions que nous désignons ainsi. La seule conception rationnelle est de considérer le zéro absolu comme un point où tous les thermomètres seraient d'accord, comme le point de convergence de toutes les courbes thermométriques construites à une échelle convenable ; où, d'autre part, la température moyenne d'un système, la seule que nous mesurons, serait égale à la température de chaque molécule. Ce dernier point est encore gros de difficultés.

Quoi qu'il en soit, nous ne saurions méconnaître l'intérêt et l'importance des progrès accomplis, ni marchander notre admiration à tous ceux qui, par leurs travaux théoriques ou pratiques, ont réussi à nous ouvrir un domaine qu'auparavant nous osions à peine entrevoir.

Marcel Lamotte,
Professeur-adjoint
à l'Université de Clermont-Ferrand.

REVUE ANNUELLE DE ZOOLOGIE

DEUXIÈME PARTIE : ZOOLOGIE SPÉCIALE

La plupart des travaux que nous signalons dans cette partie de la *Revue* ne sont pas intéressants seulement pour des spécialistes; à leur valeur de contribution, à la connaissance des groupes étudiés, s'ajoute un intérêt biologique général; mais la diversité des points de vue rend plus commode de les mentionner en suivant l'ordre de la classification.

I. — Protozoaires.

La floraison de travaux portant sur les Protozoaires n'a pas diminué ces dernières années. Les plus importants à considérer, au point de vue qui nous occupe ici, sont toujours ceux qui traitent du cycle évolutif, soit qu'ils apportent des contributions à la Cytologie générale, soit qu'ils complètent nos connaissances sur les affinités des divers types ou qu'ils nous fassent mieux connaître les migrations de ces organismes, surtout en ce qui concerne les maladies infectieuses.

Les recherches cytologiques ont d'abord continué à mettre en évidence l'extrême complexité et variété de distribution des substances nucléaires : c'est de là que sont nées la notion de *chromidies*, sur laquelle nous avons attiré l'attention dans nos précédentes revues [1], et les théories de la *binucléarité*, qui en ont été jusqu'à un certain point la conséquence. On trouvera un résumé clair et une appréciation judicieuse de nos connaissances actuelles dans la revue de Dobell [2]. Il conseille, pour le moment, de ne pas étendre cette notion de chromidies en dehors du monde des Protistes et d'être sceptique sur les explications qu'on a voulu en donner.

Nous avons montré dans la première partie de revue (p. 850) quelle importance Hartmann attache aux nombreux faits connus d'autogamie, relativement à l'explication de la fécondation.

Comme contributions de faits rentrant dans l'ordre d'idées que nous venons de soulever, notons :

L'existence, seulement *temporaire*, du micronucleus chez certains Infusoires, les *Ichthyophthirius*, curieux parasites de la peau des Poissons [3] ;

Les phénomènes nucléaires dans les divisions de maturation des micronuclei des Infusoires [4], accompagnées de réduction. Dans le cas des Paramécies étudié par Calkins et Cull, où il n'y a pas différenciation des individus qui se conjuguent, la dernière division de maturation est hétéropolaire et les micronuclei-gamètes sont inégaux ;

Le cas de l'*Amœba diploïdea*, où les noyaux de copulation restent séparés pendant toute la vie et la multiplication végétatives et ne s'unissent qu'à la copulation suivante [4] ;

Les nouveaux exemples d'*automixie* (union de noyaux provenant d'une même division ou de cellules-sœurs ou proches cousines) chez les Myxosporidies [5] ;

Enfin l'existence de noyaux tels que ceux de l'Infusoire parasite *Rhizocaryum concavum*, faisant le passage entre les macronucléi typiques et les noyaux très amiboïdes ou même diffus des *Foettingeria* et des *Chromidina* [3].

Les Trypanosomes pathogènes les plus typiques, tels que le *Trypanosoma gambiense*, offriraient, sous leur forme ordinaire, des phénomènes assez particuliers, interprétés, par Breinl et Moore [4] qui les ont découverts, comme sexuels : le noyau cinétique (centrosome) et le noyau trophique copuleraient par l'intermédiaire d'une bande chromatique ou de masses globuleuses que celui-là enverrait à celui-ci.

Les auteurs voient dans ces faits, qui se présentent chez le Trypanosome de la dourine de la même façon que chez les espèces convoyées par des insectes, des raisons de ne pas croire à l'existence, pour les Trypanosomes pathogènes, d'un autre hôte que le mammifère infecté naturellement.

La lutte continue, en effet, plus ardente que jamais, entre ceux qui n'attribuent qu'un rôle mécanique aux insectes convoyeurs et ceux qui croient, pour les trypanosomiases à tsétsés tout au moins, à une évolution chez ces insectes si spécifiques. Et, à notre avis, la balance, malgré tout, penche de plus en plus vers les derniers. Que les insectes puissent jouer un rôle mécanique dans les infections sanguines, personne ne le conteste, et, en particulier pour les trypanosomiases, Bouffard,

[1] 1904, p. 596; 1906, p. 38.
[2] *Quart. Journ. of micr. Sc.*, t. LIII, 1909.
[3] Nereshemer : *Ber. Bay. biol. Versuchsstat. in München*, t. I, 1908.
[4] Calkins et Cull : *Arch. f. Protistenk.*, t. X, 1907 : — Popoff : *Zeitschr. f. wiss. Zool.*, t. LXXXIX, 1908.

[1] Hartmann et Nagler : *Sitzgber. Ges. naturf. Freunde* Berlin, janv. 1908.
[2] Keysselitz : *Arch. f. Protistenk.*, t. XI, 1908 ; Awerinzeff : *Ibid.*, t. XIV, 1909.
[3] Caullery et Mesnil : *Congrès de l'Afas*, Reims, 1907; Dobell : *Quart. Journ. of micr. Sc.*, t. LIII, 1909.
[4] *Ann. of trop. Med. a. Parasit.*, t. I et t. II, et *Proc. Roy. Soc., B*, t. LXXX.

au Soudan [1], les membres de la Mission française d'études de la Maladie du sommeil, au Congo [2], ont montré que les faits parlaient pour un rôle de simples vecteurs accompli par certains Insectes, les Stomoxes, dans le cas de la Souma du Niger, des insectes *domestiques*, peut-être des Moustiques des genres *Stegomyia* et *Mansonia* pour les épidémies de familles et de cases dans la maladie du sommeil au Congo [3]. Mais quel que soit le rôle épidémique de ces insectes, le rôle endémique reste aux tsétsés.

Roubaud[4] a découvert l'évolution des Trypanosomes pathogènes dans la trompe des *Glossina palpalis* ayant sucé du sang parasité, évolution spécifique, limitée à la trompe, qui trouve évidemment ses éléments nutritifs dans la salive de l'insecte, et qui amène la transformation rapide des trypanosomes en formes trapues fixées solidement aux parois de la trompe par leurs flagelles, puis leur multiplication sous cette forme. Des infections totales du tube digestif ont été rencontrées dans la nature, qui ne sont ni de vulgaires cultures, ni une évolution de trypanosomes « sauvages » propres à la tsétsé. On ne sait pas encore exactement lesquelles de ces formes sont en cause dans les remarquables résultats expérimentaux obtenus avec divers virus, dont le *T. gambiense*, par Kleine[5] en Afrique orientale allemande, reproduits avec le même succès par Bruce en Ouganda et par Bouffard au Soudan : ces savants ont vu que les tsétsés, capables de convoyer, sans doute mécaniquement, les trypanosomes, les premiers jours qui suivent la piqûre des animaux infectés, perdent vite ce pouvoir ; mais, au bout d'un temps variable de dix à vingt jours, elles redeviennent infectantes et le restent longtemps, probablement jusqu'à leur mort. Bien qu'on ait décrit, chez ces tsétsés, un assez grand polymorphisme de Flagellés, certaines formes faisant penser à un dimorphisme sexuel, bien qu'on ait vu un retour final aux types du sang, on n'est pas encore fixé sur le mode d'évolution des Trypanosomes ; mais qu'il y ait évolution, cela nous semble difficile à contester.

L'hypothèse a été faite plus d'une fois que la transmission des trypanosomes pouvait aussi être héréditaire chez les tsétsés ou autres invertébrés convoyeurs, comme c'est le cas ordinaire avec la plupart des piroplasmes pathogènes chez les tiques. On n'a encore aucun fait positif pour ce qui concerne les trypanosomes des Mammifères, mais Brumpt[1] a bien établi l'existence d'un pareil mode pour le *Trypanosoma inopinatum* de la *Rana esculenta* chez la Sangsue *Helobdella algira*.

Ces faits et tous ceux basés sur la présence et la morphologie comparée des Flagellés propres à l'intestin, tant d'insectes suceurs de sang que d'autres à mœurs différentes[2], amènent à la conclusion que les Trypanosomes sanguicoles ont pour origine des Flagellés intestinaux d'Invertébrés ; eux-mêmes ont probablement une origine commune avec cette très intéressante forme découverte par Lafont[3], dans le suc d'Euphorbes malades de l'île Maurice, et convoyée d'ailleurs, en toute vraisemblance, par des Hémiptères.

La maladie du sommeil africaine n'est plus la seule maladie humaine à trypanosomes. Déjà des trypanosomes avaient été aperçus dans des lames de sang humain en Transcaucasie (Marzinowsky), aux Philippines (Bureau of Science) ; mais les circonstances n'ont pas permis de poursuivre ces intéressantes découvertes. Il n'en a pas été de même récemment au Brésil, à l'Institut dirigé par Oswald Cruz, où la découverte de Flagellés intestinaux d'un Hémiptère réduvide du genre *Conorhinus* a conduit Chagas à celle d'un trypanosome, agent d'une maladie infantile de l'État de Minas[4] : la piqûre de la punaise ayant produit chez un ouistiti une infection à trypanosomes, transmissible aux divers animaux de laboratoire, une enquête conduisit à cette découverte que l'homme, qui est surtout piqué par le réduvide, est l'hôte naturel du nouveau trypanosome.

Ce trypanosome diffère déjà notablement des trypanosomes pathogènes actuellement connus, par sa schizogonie pulmonaire en rosaces de huit éléments dépourvus de flagelles et par son existence transitoire intraglobulaire. De nouvelles études montreront peut-être ses affinités avec l'*Endotrypanum* de Mesnil et Brimont[5], découvert par ce dernier dans le sang d'un Édenté de la Guyane, le *Choloepus didactylus* ; c'est une sorte de Trypanosome ou, mieux, de *Crithidia*, à centrosome situé très près en avant du noyau, avec flagelle rudimentaire, et qui se loge dans les hématies.

Cette forme curieuse apparaît comme nettement intermédiaire entre les Trypanosomes et les *Leishmania* (parasites du kala-azar, de l'anémie splé-

[1] *Bull. Soc. Path. exot.*, t. I, 1908.

[2] G. Martin, Leboeuf et Roubaud : *Rapport de la Mission d'Etudes de la maladie du sommeil au Congo français*, Paris, Masson, 1909.

[3] Rappelons qu'en présence de faits analogues, Koch a incriminé les rapports sexuels comme dans la Dourine.

[4] *Rapport de la Mission d'études*, *l. c.*

[5] *Deutsche mediz. Woch.*, 1909, nos 11, 21 et 29.

[1] *C. R. Soc. Biologie*, t. LXIII, 1907.

[2] Voir, pour l'exposé des faits et leur analyse très pénétrante, Roubaud *in* Rapport de la mission d'Etudes, etc., *l. c.*, et *Thèse Doct. ès Sciences*, Paris, 1909, et les deux articles de cet auteur que la *Revue générale des Sciences* publiera dans ses deux prochains numéros.

[3] *C. R. Soc. Biologie*, t. LXVI, 1909.

[4] Voir entre autres Chagas : *Bull. Soc. Path. exot.*, t. II, juin 1909.

[5] *C. R. Soc. Biologie*, t. LXV, 1908.

nique infantile, du bouton d'Orient). Pour ces derniers, la différence essentielle[1] est que la forme qui existe chez l'homme est devenue globuleuse; mais elle a encore, du flagellé, le centrosome et même souvent un filament qui en part et qu'on a le droit de regarder comme un *rhizoplaste*, partie de l'appareil flagellaire[2].

Notons, en passant, les progrès accomplis par cette question des leishmanioses, grâce surtout à Ch. Nicolle, qui a découvert l'infection spontanée du chien et la sensibilité, non seulement de cet animal, mais encore des singes, à l'inoculation expérimentale[3].

Faut-il, comme le voudraient quelques auteurs (Novy, Patton), établir, après les *Leishmania*, une barrière infranchissable et se refuser à reconnaître des affinités entre tous ces organismes dont nous venons de parler et les hématozoaires endoglobulaires anciennement connus : *Plasmodium*, *Piroplasma* et *Hæmogregarina*? Même en ne faisant pas fond sur les faits mémorables avancés par Schaudinn en 1904, et qui, somme toute, n'ont jamais été infirmés, on ne peut s'empêcher de reconnaître qu'il existe, chez les Hémocytozoaires que nous venons de citer, bien des particularités qui ne trouvent d'explication logique que comme restes d'un état ancestral flagellé. Hartmann en a cité quelques-unes[4]; d'autres sont venues s'ajouter et fortifier l'opinion que tous les Hématozoaires endoglobulaires sont reliés phylogénétiquement aux Trypanosomides et qu'il y a lieu d'admettre pour l'ensemble le groupe des *Binucleata* de Hartmann.

Mais alors faut-il attribuer simplement à la convergence les ressemblances indéniables des Hémocytozoaires, dont l'hématozoaire de Laveran est le type, et des Coccidies? Les recherches de Miller viennent encore corroborer ces affinités[5].

On lui doit une remarquable étude sur l'évolution d'une hémogrégarine que l'on rencontre dans les leucocytes du rat et qui occasionne chez cet animal une maladie parfois mortelle. Il a vu que cette hémogrégarine a pour second hôte un Acarien du groupe des *Gamasidae*, le *Lelaps echidninus*, ectoparasite du rat. Le *Lelaps* s'infecte en suçant le sang du rat; les formes enkystées des leucocytes deviennent libres, s'unissent deux à deux et les ookinètes qui en résultent évoluent dans les lacunes du corps pour donner les kystes à sporocystés renfermant eux-mêmes les sporozoïtes; c'est une sporogonie typique de Coccidie, sauf la pseudo-isogamie qui est à la base et qui rappelle celle de beaucoup de Grégarines. Les sporozoïtes ne deviennent jamais libres chez l'Acarien; il est donc peu vraisemblable qu'ils soient inoculés par sa trompe. Le suc digestif de rat les libère et Miller a obtenu des infections régulières en faisant absorber aux rats, avec leur nourriture, des corps de *Lelaps* écrasés. Après une courte phase sanguine, le parasite va au foie et y accomplit sa schizogonie; le sort ultime des mérozoïtes est d'être englobés par les leucocytes où ils vivent enkystés jusqu'à ce que leur évolution puisse se continuer chez l'Acarien.

Au point de vue des modes d'infection, cette étude fait connaître un type intermédiaire entre celui commun aux hématozoaires (l'hôte invertébré les prend dans le sang et les y reporte, ou bien, cas des filaires, les dépose sur la peau) et celui réalisé chez les Sporozoaires du genre *Aggregata*, pour lesquels Léger et Duboscq ont démontré que, aussi bien chez l'hôte schizogonique, le crabe, que chez l'hôte sporogonique, le céphalopode, l'infection se fait par la voie digestive[1].

Si la scission des Sporozoaires en deux groupes, — Télosporodies ou Ectosporés, comprenant les Coccidies et les Grégarines, et Néosporidies ou Endosporés (Myxo-, Micro-, Sarco- et Haplosporidies), — que l'un de nous préconisait en 1899, est généralement admise[2], il reste encore bien des points à préciser, particulièrement en ce qui concerne les Sarcosporidies, pourtant si intéressantes à considérer en Pathologie comparée. Les expériences de Négre[3], tout en confirmant celles de Th. Smith sur la voie d'infection intestinale pour la Sarcosporidie de la souris, ont établi l'existence d'un stade intestinal particulier, qu'on n'a pas directement observé. Negri[4], en donnant au cobaye, avec la même Sarcosporidie de la souris, une infection d'un type morphologique très spécial, a réalisé un cas de transformisme expérimental qui oblige à une revision de nos idées sur les rapports spécifiques étroits entre hôte et parasite.

Les travaux continuent à être nombreux sur la délimitation du groupe des Protozoaires, tant du côté des Bactéries que de celui des formes à la limite de la visibilité. La nature animale ou végétale des

[1] Nous n'attachons aucune importance au fait que les *Leishmania* sont parasites de cellules, généralement de gros macrophages, rentrant dans la catégorie des phagocytes de Metchnikoff. Les hémogrégarines qui habitent dans les leucocytes ne semblent pas différer de celles des hématies. Les globules rouges ne possèdent-ils pas aussi, au moins à l'état jeune, la propriété phagocytaire d'englober leurs parasites, comme Neresheimer (*Arch. f. Protistenk.*, t. XVI), vient de l'observer chez la grenouille?

[2] Voir Novy : *Bull. Soc. Path. exot.*, t. XI, 1909.

[3] Voir *Ann. Inst. Pasteur*, t. XXIII, 1909.

[4] *Arch. f. Protistenk.*, t. X, 1907.

[5] *Hyg. Lab., U. S. Publ. Health a. Mar.-Hosp. Serv., Bull.* n° 46.

[1] Nous avons cité, dans une précédente revue, les notes préliminaires des auteurs. Leur travail *in extenso* a paru dans le tome XII d'*Arch. f. Protistenkunde*.

[2] Voir Hartmann, *l. c.*

[3] *C. R. Soc. Biologie*, t. LXIII, 1907.

[4] *Rendiconti d. R. Accad. d. Lincei*, t. XVII, mai 1908.

Spirochètes est toujours très discutée, bien que l'accord soit fait sur l'existence d'une série de formes qui relient les Protozoaires aux Bactéries et que, comme nous le disions dans une précédente revue[1], il est fort possible qu'il s'agisse d'un groupe de formes où aucun des critères distinctifs des deux règnes ne puisse être applicable. Ce qui est en discussion, c'est la place exacte des Spirochètes dans cette série, soit plus près des Trypanosomes (ce qu'on traduit en disant Protozoaires), soit plus près des Spirilles proprement dits (alors Bactéries).

On a voulu, en dehors de la morphologie, appliquer comme caractéristiques l'action d'un certain nombre de substances, tels que les sels biliaires et la saponine, qui respectent en général les Bactéries, mais détruisent les Protozoaires. Prowazek se base principalement sur cette propriété pour affirmer la nature animale des nombreux micro-organismes, actuellement connus, à la limite de la visibilité (agents de la variole et autres épithélioses, de la rage, de la fièvre aphteuse, etc.), et il crée pour eux le groupe des Chlamydozoaires (de χλαμύς, manteau)[1] nommé ainsi en raison de l'enveloppe protectrice que les cellules de l'organisme infecté sécrètent autour des germes qui sont à leur intérieur.

Si cette conception nous paraît encore bien discutable, nous sommes disposés à généraliser la notion que nous développions dans une précédente revue[3] : le fait, pour les agents des maladies septicémiques, d'avoir, comme second *hôte*, un invertébré suceur de sang, les rapproche des Protozoaires. Pareille notion est importante, disions-nous, en ce qui concerne les germes ultramicroscopiques, tels que ceux de la fièvre jaune et de diverses maladies du bétail de l'Afrique du sud. Il faut y ajouter maintenant ceux de la dengue et des maladies similaires (qu'ils soient propagés par le *Culex fatigans*, comme le veulent Graham, Ashburn et Craig[4], ou par le *Phlebotomus pappatasii*, comme l'ont établi Dœrr et ses collaborateurs[5]), — peut-être aussi d'autres germes ultramicroscopiques septicémiques tels que celui de l'anémie infectieuse du cheval ou de la fièvre aphteuse, si les taons, accusés de les transmettre, sont vraiment des hôtes intermédiaires. Et ainsi, tout ce groupe d'organismes sanguicoles, parallèle à ceux des Trypanosomes, des Spirochètes et des Filaires, serait à classer dans les Hématozoaires.

Signalons, en terminant, l'apparition de plusieurs traités sur les Protozoaires.

D'abord la fin de cet embranchement dans le traité de Ray Lankester[1]; il comprend les groupes plus ou moins alliés aux Rhizopodes et les Mastigophores.

Tout récemment, ont paru les traités de Calkins[2] et de Doflein[3]; conçus dans un esprit très différent, ils n'en ont pas moins, en commun, de présenter une documentation très moderne, où les diverses questions à l'ordre du jour sont envisagées, et de donner une très grande extension aux Protozoaires parasites et surtout pathogènes.

II. — Métazoaires.

§ 1. — Cœlentérés.

Enregistrons les intéressantes recherches d'Hérouard sur le cycle évolutif des Acraspèdes[4]. Il a constaté d'abord la production, par des Scyphistomes fixés dans l'aquarium de Roscoff, sous le disque pédieux, de kystes qu'il compare justement à des statoblastes, et qui, comme ceux-ci, sont recouverts d'une paroi anhyste résistante. Ces kystes se forment de mai à novembre et, pendant ce temps, il ne se produit pas de bourgeons nus. Ils évoluent ultérieurement en nouveaux Scyphistomes. Pendant quatre ans, Hérouard a vu ces phénomènes se reproduire, sans qu'il apparaisse de Méduses (*Ephyra*), et il en était arrivé à conclure que ce Scyphistome ne comprenait pas de forme médusoïde dans son cycle. Mais, ayant été conduit à nourrir abondamment les Scyphistomes, pendant l'été de 1908, avec des ovaires d'oursin (*Strongylocentrotus*), il vit d'abord un bourgeonnement actif intervenir, puis, trois mois après, se formèrent des *Ephyra*. Ces expériences montrent donc que le Scyphistome possède un triple moyen de multiplication : bourgeons nus, statoblastes, strobilisation en *Ephyra*, et que la nutrition détermine l'un ou l'autre; les statoblastes sont une forme d'inanition et de résistance. Les expériences de nutrition avec l'ovaire de *Strongylocentrotus* ont, en outre, fourni à Hérouard un critérium histologique qui lui fait admettre avec Götte (contre Chun, Hein, etc., Cf. *Rev.* 1903, p. 617) que les Acraspèdes ont bien un pharynx et des bandes entéroïdes ectodermiques comme les Anthozoaires, ce qui justifie la validité du groupe des Scyphozoaires.

§ 2. — Dicyémides et Orthonectides.

Caullery et Lavallée[5] ont poursuivi l'étude de la

[1] 1906, p. 91.
[2] *Arch. f. Protistenk.*, t. X, 1907.
[3] 1906, p. 91.
[4] *Philippine Journ. of Sc.*, t. I, 1907.
[5] *Berl. klin. Woch.*, 1908, n° 41.

[1] Part I, f. 1. Introduction and Protozoa. London, A. et C. Black, 1909.
[2] Protozoology, New-York et Philadelphie (Lea et Feebiger), 1909.
[3] Lehrbuch der Protozoenkunde, Jena, Fischer, 1909.
[4] *C. R. Acad. Sc.*, t. CXLV, 1907; CXLVII, 1908, et CXLVIII, 1909.
[5] *Arch. Zool. expér.* (sér. 4), t. VIII, 1908.

reproduction sexuée des Orthonectides, sur le *Rhopalura ophiocomæ* et obtenu expérimentalement les diverses stades de la fécondation des œufs, de l'expulsion des globules polaires et du développement jusqu'à la larve libre. D'autre part, Hartmann[1] a publié *in extenso* les observations par lesquelles il a mis hors de doute la fécondation des germes qui, chez les Dicyémides, deviennent les individus mâles (v. *Rev.* 1904, p. 604).

§ 3. — **Plathelminthes.**

Un certain nombre de travaux sur cet embranchement nous paraissent mériter d'être signalés ici.

En premier lieu, celui de C. H. Martin[2] qui vient de prouver que les nématocystes des Turbellariés (il a expérimenté sur le *Microstoma lineare* et le *Stenostoma Sieboldii*) ne leur appartiennent pas en propre, mais proviennent des Hydraires dont ils se nourrissent. Il l'a prouvé par diverses expériences (avec des Hydres, des *Cordylophora lacustris*, des *Eudendrium*) dont le détail est facile à imaginer. Ce résultat était à prévoir depuis la démonstration de la même origine, établie par Grosvenor (v. *Rev.*, 1904, p. 607), et confirmée par divers auteurs, notamment par Cuénot[3] pour les nématocystes des Æolidiens.

Hallez[4] a publié une étude intéressante et très complète sur l'anatomie et le développement d'un Rhabdocèle parasite dans l'estomac des *Cardium*, le *Paravortex cardii*. Malgré son parasitisme, cette espèce a encore une anatomie assez normale. Quant à son développement, l'étude s'en présente dans des conditions favorables parce que l'animal est vivipare et que ses œufs, dans le corps maternel, sont entourés d'une coque mince. Grâce à ces circonstances, Hallez a pu suivre pas à pas l'embryogénie, généralement très difficile à observer chez les Rhabdocèles, et sur laquelle nous avons peu de documents. De cette description, nous retiendrons ici seulement le rôle très important (et qui nous semble très paradoxal, malgré le soin apporté aux observations) attribué aux cellules vitellogènes qui accompagnent les ovules dans la coque des œufs. Ces éléments, tout à fait indépendants des ovules par leur origine, contribueraient cependant à l'édification de l'embryon. Leurs noyaux, après avoir montré dans les phases initiales un aspect fripé de dégénérescence, se rajeuniraient et seraient le point de départ de cellules qui constitueraient l'épiderme et l'épithélium intestinal de l'animal Il y a là une dérogation si considérable aux données fondamentales de l'embryogénie qu'on ne saurait trop souhaiter d'autres études des mêmes processus sur des types voisins.

Surface[1] a étudié la filiation des cellules dans le développement d'un Polyclade (*Planocera inquilina*). Nous avons signalé (*Rev.*, 1904, p. 606, et 1906, p. 89) les nombreux travaux de *cell-lineage* publiés sur les Annélides, Mollusques, etc., et dont les résultats sont si remarquablement concordants. Sur les Polyclades, nous ne possédions que des données déjà très anciennes de Lang, et qui d'ailleurs faisaient prévoir un accord très étroit avec les autres groupes cités plus haut. Il était donc indiqué d'étudier minutieusement à cet égard un animal de ce groupe. Les résultats de Surface sont bien ceux qu'on pouvait attendre. Explicitons-en un trait intéressant pour l'embryologie générale. Dans tous les groupes de Trochozoaires, trois des macromères, après avoir fourni trois quartettes de cellules ectodermiques, forment l'endoderme, c'est-à-dire la paroi intestinale. Ici il se forme une quatrième quartette de grosses cellules, *4 a*, *4 b*, *4 c*, *4 d* (cette dernière donne comme d'ordinaire le mésoderme rudimentaire), tandis que les macromères proprement dits persistent, mais à l'état de petites cellules qui dégénèrent. Et ensuite les cellules *4a*, *4b*, *4c* ne jouent plus qu'un rôle passif, celui de réservoir de vitellus, tandis que l'épithélium intestinal dérive de la cellule *4d* comme le mésoderme. Le plan du développement est donc le même qu'ailleurs, mais nous voyons ici une régression des éléments endodermiques fondamentaux.

Citons, à propos des Némertiens, un fait de corrélation découvert par Yatsu[2], minime mais significatif, car il montre dans quels détails se font les adaptations réciproques des organes. Il est extrêmement difficile de distinguer deux Némertes : l'une, le *Cerebratulus lacteus*, de la côte Atlantique des États-Unis; l'autre, le *C. marginatus*, de la Méditerranée et de nos côtes de l'Océan. Mais la première pond des œufs entourés d'une coque relativement épaisse, tandis que la seconde a des œufs nus. Or, Yatsu a constaté que, tandis que la première a des spermatozoïdes offrant une partie céphalique longue et recourbée, en rapport avec la coque de l'œuf, ceux de la seconde ont une tête très petite, qui suffit à assurer la pénétration dans l'œuf nu. Des faits de cet ordre font concevoir l'état d'amixie où peuvent parfois se trouver des variétés très voisines dans le même habitat.

Citons rapidement diverses recherches sur les Cestodes. Mme Plehn[3] reconnaît définitivement un Cestodaire (Cestode non métamérique) dans le

[1] *Mém. couronnés. Acad. de Belgique*, 4°, N. S., t. I, 1907.
[2] *Quart. Journ. Micr. Sc.*, t. LII, 1908.
[3] *Arch. Zool. expér.* (sér. 4), t. VI, 1907.
[4] *Arch. Zool. expér.* (sér. 4), t. IX, 1909.

[1] *Proc. Acad. Sc. Philadelphie*, t. LIX, 1907.
[2] *Biolog. Bull. Woods-Holl*, t. XIII, 1907.
[3] *Zool. Anz.*, t. XXXIII, 1908.

parasite du sang des Tanches et des Carpes qu'elle avait décrit (*Rev.*, 1906, p. 92) comme un Turbellarié (*Sanguinicola*), et, à ce propos, signalons que, de plus en plus, ce groupe des Cestodaires semble constitué par des formes larvaires progénétiques de Cestodes métamériques. Cela a été dit pour les *Wageneria*, *Archigetes*, *Caryophylleus*. Janicki[1] arrive à la même conclusion pour l'*Amphilina* et il doit en être de même pour le *Gyrocotyle*[2].

Enfin, mentionnons un Mémoire où Wolf[3] a suivi la migration du *Cyatocephalus truncatus* et reconnu que son premier hôte est le *Gammarus pulex*. Des truites nourries avec les *Gammarus* contaminés ont montré des œufs dans les fèces quatorze jours plus tard. Mais ce qui est intéressant est qu'à l'autopsie faite ensuite, on n'a pas trouvé le tænia dans l'intestin, et Wolf en conclut qu'une fois la reproduction achevée le parasite est digéré par son hôte. Ce serait là un point biologique curieux sur lequel il est bon d'attirer l'attention en vue de vérifications.

Nous insistions, dans une de nos précédentes revues, sur l'intérêt des nouvelles méthodes biologiques (en l'espèce, celle des précipitines) pour apprécier la parenté de diverses espèces animales, en particulier des Anthropoïdes. Les mêmes méthodes ont été appliquées au diagnostic des infections par divers helminthes, et en particulier pour celui des kystes hydatiques. La méthode des précipitines, d'abord appliquée, a donné d'assez bons résultats, mais inférieurs à ceux fournis par la méthode de la fixation du complément de Bordet et Gengou[4]; dans la grande majorité des cas, l'anticorps qui fixe le complément existe. Cette méthode, maniée avec toutes les précautions nécessaires, permet de diagnostiquer l'existence de kystes hydatiques chez l'homme, alors que les phénomènes cliniques, la radioscopie, l'absence d'éosinophilie parlent contre ce diagnostic; d'où son grand intérêt au point de vue des interventions chirurgicales.

Cette existence d'anticorps spécifiques dans le sérum des helminthiasiques est peut-être en rapport avec l'élaboration par ces parasites de toxines: hémolysines, etc., déjà démontrées pour d'autres raisons.

§ 4. — Rotifères.

Nous avons parlé, dans la partie générale, des recherches de Whitney sur la détermination du sexe chez les animaux. Nous devons mentionner ici l'important Mémoire que de Beauchamp[1] a consacré à la morphologie, l'anatomie et la physiologie de la digestion chez ces animaux. Dans l'impossibilité d'analyser ce long travail, disons seulement qu'il constitue un document désormais capital pour l'étude comparative des Rotifères et qu'il est une contribution précieuse à la physiologie de la digestion chez les animaux inférieurs.

§ 5. — Entéropneustes.

Nous ne connaissions le début du développement des Entéropneustes que pour le *Balanoglossus Kovalewskii*, où il a été suivi par Bateson. Mais c'est une espèce à développement direct, sans larve *Tornaria*, si bien que l'organogenèse de celle-ci restait un desideratum. Il vient d'être comblé par Heider[2], grâce au hasard d'un envoi d'animaux (*Ptychodera clavigera*) de Trieste à Innsbruck. Pendant ce trajet, des œufs furent pondus et fécondés, ce qu'on n'avait pas réussi à obtenir jusqu'ici. Heider a mis heureusement ce hasard à profit et observé les embryons jusqu'au début du stade *Tornaria*. La gastrulation est embolique, le blastopore se ferme complètement; le sommet de l'archentéron s'isole pour former le cœlome du gland; le cœlome du tronc provient d'une paire de diverticules, à l'extrémité postérieure de l'intestin; la formation de celui du collier n'a pas été vue. Les faits constatés ne causeront pas de surprise, mais il est intéressant de noter que cette première phase du développement montre une analogie frappante avec les Echinodermes, et vient par conséquent, à l'appui des idées formulées autrefois par Metchnikoff, sur les affinités des Entéropneustes et des Echinodermes, quand il découvrit que la *Tornaria* est la larve des *Balanoglossus*. Davis[3] a obtenu de son côté les premières phases du développement du *Dolichoglossus pusillus*, mais il semble que cette espèce ne présente pas de *Tornaria* et qu'elle se rapproche du *B. Kovalewskii*.

Citons enfin le fait singulier, observé par Ikeda[4], d'innombrables *Glandiceps Hacksii* nageant à la surface comme des animaux pélagiques; l'expédition du *Siboga* avait constaté un essaim analogue de *G. malayanus*. Quant à la raison déterminante de cette dérogation à l'éthologie des Entéropneustes, elle est obscure. Il semble bien que, dans les deux cas, il ne s'agissait pas d'animaux arrivés à la complète maturité sexuelle et qui videraient leurs produits génitaux à la surface comme les Annélides épitoques[5].

---

[1] *Zeitsch. für wiss. Zool.*, t. LXXXIX, 1908.

[2] A signaler aussi, de Janicki, un Mémoire où est suivi avec détail le développement embryonnaire du *Tænia serrata* (*Zeit. für wiss. Zool.*, t. LXXXVII, 1907) et qui précise, en les modernisant, les données anciennes de Leuckart et de P. J. van Beneden.

[3] *Zool. Anz.*, t. XXX, 1906.

[4] Voir surtout WEINBERG: *Ann. Inst. Pasteur*, t. XXIII, 1909.

[1] *Arch. Zool. exp.* (sér. 4), t. X, 1909, et *Thèse Fac. Sc.*, Paris.

[2] *Zool. Anz.*, t. XXXIV, 1909.

[3] *Univ. Calif. Publicat.* (*Zoology*); vol. IV, 1908.

[4] *Annotat zoolog. Japonenses*, t. VI, 1908.

[5] Cf. CAULLERY et MESNIL : Les formes épitoques et l'évolution des Cirratuliens. *Ann. Univ. Lyon*, 1898.

§ 6. — **Annélides.**

Un nouveau cas d'épitoquie vient précisément d'être observé chez un *Polygordius* des îles Aru, dans le Pacifique, par K. Dawydoff. La région postérieure du corps est bourrée de produits génitaux, tandis que les autres organes (tube digestif, muscles) sont atrophiés. L'animal, à cet état, nage pélagiquement, puis autotomise sa région modifiée et la régénère. C'est donc un cas tout à fait analogue à celui du Palolo[1].

Pierantoni, dont nous avons déjà analysé les travaux sur diverses Archiannélides (Rev., 1907, p. 846), a publié sur le genre *Protodrilus* une belle monographie détaillée[2], qui sera la base des recherches ultérieures.

Enfin signalons une étude anatomique minutieuse du *Dinophilus Conklini*, par Nelson[3], où l'on trouvera en particulier une clé dichotomique pour la détermination des diverses espèces.

§ 7. — **Mollusques.**

Conklin[4], un des initiateurs et des maîtres dans les études de *Cell-lineage*, vient d'étudier la segmentation et l'organogenèse du *Fulgur carica*, Prosobranche dont les œufs, très chargés de vitellus, atteignent 1.700 μ de diamètre et un volume 2.200 fois plus grand que celui du *Crepidula plana* (diamètre 136 μ). L'intérêt de l'étude nouvelle de Conklin est de constater que, malgré cette énorme surcharge de vitellus, la segmentation se fait, cellule par cellule, d'une façon identique à celle des œufs petits, au moins jusqu'au stade 60. C'est seulement ultérieurement que se manifestent des divergences, mais les groupes cellulaires d'où proviennent les divers organes sont strictement homologues dans tous les cas.

Kœhler et Vaney[5] ont trouvé, sur des Echinides provenant des campagnes de la *Princesse-Alice*, un nouveau genre de Gastéropodes parasites appartenant à la famille des *Eulimidæ* et voisins des *Mucronalia* et *Stylifer*. Ils lui ont donné le nom de *Pelseneeria* et en ont décrit trois espèces. Ces *Pelseneeria* nous montrent une des premières étapes des transformations qui aboutissent aux formes si dégradées, telles que *Entosiphon*, *Entoconcha*, *Entocolax*, etc. L'animal ici est encore extérieur à son hôte, sa coquille est à nu, mais il a déjà une trompe, qui s'enfonce dans les téguments de l'oursin, et autour de la bouche commence à se développer une large collerette, début du *pseudo-pallium* des Endoparasites.

Si l'on en croit Günther[1], c'est du côté des Mollusques qu'il faut chercher les affinités encore si peu précises des Chætognathes. Dans les deux groupes, il y a symétrie bilatérale originelle, absence de segmentation, système nerveux du même type, homologies génitales, armature buccale semblable, endosquelette de la tête chez le *Nautilus* et le *Spadella*; enfin l'anneau cilié préoral des Chaetognathes est superposable au vélum des larves de Mollusques. Günther réunit les Chætognathes aux Céphalopodes pour former les *Nectomalacia*, tous les autres Mollusques étant des *Herpetomalacia*.

§ 8. — **Némathelminthes.**

Les Mémoires de R. Goldschmidt[2], dont nous dirons ici quelques mots sont au moins autant une contribution à l'étude générale du système nerveux qu'à la connaissance des Nématodes. L'auteur s'est proposé, en effet, d'étudier, cellule par cellule et dans toutes leurs connexions, un système nerveux suffisamment simple pour que ce soit possible (au prix encore d'une grande patience); et il pense être arrivé à cette reconstitution totale. Le système nerveux de l'*Ascaris lombricoïdes* se compose, d'après lui, d'une façon absolument constante, de 162 cellules, dont la place et les connexions sont également constantes. Ce nombre est atteint dès la fin de la période embryonnaire, et l'auteur croit même pouvoir retrouver, dans les descriptions précises publiées récemment sur la segmentation des Nématodes[3], les cellules qui constitueront le système nerveux. Pendant toute la vie de l'animal, il n'y a donc que croissance et non multiplication des cellules nerveuses. C'est à des conclusions tout à fait semblables qu'Apathy est arrivé antérieurement pour la sangsue, où il fixe le nombre de ces cellules nerveuses entre 350 et 400. En ce qui regarde la théorie du neurone, Goldschmidt a trouvé des anastomoses entre les prolongements des cellules nerveuses. Mais la question continuité ou contiguité des cellules est, à son avis, secondaire et il voit dans ses recherches un appui à la théorie du neurone, en ce sens que le système nerveux tout entier est ramené uniquement à des cellules et à leurs prolongements et qu'il n'existe pas d'éléments indépendants de ces cellules tels que des neuropiles[4].

---

[1] Voir aussi sur le *Polygordius* un article d'ensemble publié récemment par Hempelmann (*Zool. Zentralbl*, t. XV, 1908).

[2] *Fauna und Flora des Golfes von Neapel*, Monog. XXXI, 1909.

[3] *Proceed. Acad. Sc. Philadelphie*, t. LIX, 1907.

[4] *Proceed. Acad. Sc. Philadelphie*, t. LIX, 1907.

[5] *Bul. Inst. Océanogr. Monaco*, n° 118, 1908.

[1] *Quart. Journ. of micr. sc.*, t. LI, et *Zool. Anz.*, t. XXXII.

[2] *Zeitsch. für wiss. Zool.*, t. XC, 1908 ; t. XCII, 1909.

[3] Martini : *Zeitsch. für wiss. Zool.*, t. LXXXI, 1906, et XCI, 1908.

[4] Sur les questions fondamentales relatives au système nerveux, voir aussi un Mémoire d'Harrison (*Journ. expér.*

§ 9. — Crustacés.

Signalons à l'attention (afin d'en provoquer des vérifications) un intéressant Mémoire de Bordage[1] sur le dimorphisme des *Atyidae*. Bouvier (V. Rev. 1904, p. 595) avait remarqué que, si l'on étudie les divers groupements géographiques d'*Atyidae*, on obtient souvent des couples de formes, se rangeant l'une dans le genre *Atya*, l'autre dans le genre *Ortmannia*, et ne différant que par la forme des pinces; il avait été conduit à supposer que ces formes couplées appartiennent à une seule et même espèce; il considérait l'une comme une mutation de l'autre. Il avait donc engagé M. E. Bordage à rechercher à la Réunion, où existe un semblable couple d'espèces (*Atya serrata* — *Ortmannia alluaudi*), la vérification de cette hypothèse. Bordage a isolé dans un bassin (en prenant des précautions pour se mettre à l'abri des contaminations) une femelle ovifère d'*Ortmannia*. Il a vu successivement dans l'eau, des zoës, des mysis[2] et ensuite trois jeunes ayant achevé la métamorphose. Finalement il a recueilli 10 *Ortmannia* et 6 *Atya*. Si donc aucune cause d'erreur n'est intervenue, l'hypothèse de Bouvier serait exacte; malheureusement, cette expérience unique n'a pu être répétée par Bordage, à cause de son départ de la Réunion, et, en raison de l'importance du fait, il est à désirer que quelqu'un la reprenne. Bordage avait, en outre, provoqué la régénération d'une des pinces d'*Atya serrata* et l'a vu s'opérer, en passant d'abord par la forme *Ortmannia*, ce qu'il interprète comme un cas de régénération hypotypique (*sensu* Giard), analogue à ceux qu'il avait découverts antérieurement pour les tarses des Phasmides[3].

L'examen des collections de la *Princesse-Alice* conduit Coutière[4] à poser un intéressant problème relativement à des formes de Décapodes qui atteignent une taille déjà considérable (jusqu'à plus de 4 centimètres) et qui cependant ont gardé de nombreux caractères larvaires. Sont-ce des formes normales du développement ou bien des individus attardés, malgré leur croissance, à une forme larvaire? Se reproduiront-ils sous cette forme? Bouvier[1] a déjà posé cette question pour les grands *Glaucothoës* qu'il interprète comme des larves de Pagures n'ayant pu gagner le fond et contraintes à mener une vie pélagique en conservant la forme larvaire. Il y aurait là des cas très curieux de pœcilogonie, dont la vérification précise et le déterminisme sont malheureusement peu accessibles.

Enfin, mentionnons encore un Mémoire de G. Smith[2] sur les *Anaspidea* vivants et fossiles. L'unité de ce groupe et son intérêt ont été découverts par W. T. Calman, il y a quelques années. Smith est allé étudier les quelques formes vivantes dans les lacs de Tasmanie, où elles paraissent localisées. On trouvera dans son travail un examen complet de leur morphologie; comme Calman, il voit dans les *Anaspidea* (ou *Syncarida*) un groupe tout à fait primitif de Malacostracés, équivalent d'une part à l'ensemble des Eucarides (Décapodes + Euphausides), de l'autre aux Péracarides (Mysides + Edriophthalmes), qui, les uns et les autres, sont beaucoup plus spécialisés.

§ 10. — Insectes.

Metalnikoff[3] a fait, sur l'anatomie et la physiologie d'une chenille de Pyralide (*Galleria mellonella*), de très intéressantes observations. Cette espèce, qui vit dans les ruches d'abeilles, où elle occasionne de grands dégâts, se nourrit de cire. Metalnikoff a spécialement étudié sa nutrition et constaté que la cire pure (dépourvue de matières azotées) n'était pas suffisante pour assurer la croissance de la chenille, mais lui permet de vivre et de se métamorphoser; — que, d'autre part, la chenille succombe rapidement si on lui donne les seules substances azotées mélangées à la cire impure, que celles-ci deviennent pourtant suffisantes si on leur ajoute un peu d'eau, et que la cire doit notamment suppléer l'eau dans les conditions naturelles. Parmi les autres points visés par l'auteur, nous citerons surtout ses expériences sur l'action des microbes pathogènes, en particulier des bacilles tuberculeux. Metalnikoff a vu que l'immunité dépend essentiellement de la phagocytose des microbes par les leucocytes; pour le bacille tuberculeux pisciaire, par exemple, il y a phagocytose avec destruction complète du microbe,

Zoology, t. IV, 1907), où, par l'étude de la greffe de membres sur des larves d'Amphibiens, cet auteur conclut, pour la formation des nerfs, en faveur de la théorie de His (élongation des cylindre-axes) et contre la théorie de Hensen (chaînes cellulaires se différenciant en fibres nerveuses). Voir aussi la très substantielle et très prudente étude de Legendre (*Arch. Anat. microscop.*, t. X, 1909), sur la cellule nerveuse chez l'*Helix pomatia*.

[1] *Bull. Scientif. France Belgique*, t. XLIII, 1909.

[2] Cette conservation de la métamorphose complète chez une forme d'eau douce est intéressante en elle-même et a été également décrite ces temps derniers pour un *Atyidæ* des grands lacs africains (*Caridina wyckii*) par E. von Daday. (*Zool. Jahrb., Abth. f. Anat.*, t. XXIV, 1907.)

[3] Cf. *Rev.* 1906, p. 88.

Sur la régénération et le dimorphisme des pinces des Crustacés décapodes, voir le Mémoire de Przibram (*Arch. für Entwicklungsmech.*, t. XXV, 1908). Nous avons signalé antérieurement ses recherches et celles d'E. Wilson (v. Rev. 1906, p. 88) sur l'*hétérochélie des Alphaeus* et l'inversion de cette disposition dans la régénération. Przibram montre aujourd'hui, par des expériences sur de nombreuses espèces, la généralité de ce phénomène; en outre la section du nerf n'a pas, suivant lui, d'influence spécifique, mais n'agit que par un effet inhibiteur sur le développement.

[4] *Bull. Inst. océanog. Monaco*, n° 104, 1907.

[1] *Bull. Mus. océan. Monaco*, n° 51, 1905.

[2] *Quart. Journ. Micr. Sc.*, t. LIII, 1909.

[3] *Arch. Zool. Expér.* (sér. 4), t. VIII, 1908.

et par suite immunité, à 35°, qui est la température de la ruche, c'est-à-dire la température normale pour la chenille ; tandis qu'à une basse température, il y a bien englobement des microbes, mais leur digestion ne s'effectue pas et l'animal succombe en quelques jours. Avec le *Bacillus subtilis*, il n'y a plus de phagocytose du tout et la chenille meurt en deux à quatre heures.

Metalnikoff[1] a fait également de jolies expériences sur la métamorphose des Lépidoptères. Il y met en évidence le rôle phagocytaire des leucocytes, par le procédé employé également par Mercier pour les Batraciens, en faisant préalablement absorber par ces leucocytes de la poudre de carmin. Il a injecté à des chenilles jeunes : dans un cas, le sang d'autres chenilles jeunes, dans l'autre, celui de chenilles prêtes à se chrysalider. Le premier est inoffensif, le second est toxique ; de là l'auteur conclut qu'au moment de la métamorphose le sang renferme une substance toxique pouvant expliquer, au moins en partie, l'histolyse.

Portier[2], reprenant l'étude, trop délaissée, d'un certain nombre de larves aquatiques d'Insectes, est arrivé à des résultats très intéressants relatifs à leur digestion et leur respiration. C'est ainsi qu'il a vu que les larves de Dytique, de *Cybister*, d'*Hydrobius*, qui présentent, au lieu de bouche, deux longs crochets coniques et pointus, traversés par un canal très fin qui s'ouvre près de la pointe, n'en sont pas moins capables de digérer complètement le contenu d'un autre Insecte ou d'un Crustacé ; le liquide diastasique, en réserve dans un vaste cæcum en relation avec la partie terminale de l'intestin grêle, est vidé brusquement dans la proie, dont le contenu est bientôt digéré ; le liquide résultant est aspiré par les canaux des crochets. En revanche, la larve d'Hydrophile mange ses proies à la façon ordinaire.

Les larves aquatiques à respiration aérienne luttent avec succès contre l'asphyxie à l'aide de mécanismes particuliers qui défendent l'entrée de l'eau dans leurs trachées ; le stigmate vrai n'est pas superficiel, mais au fond d'une vaste chambre qui s'ouvre à l'extérieur par un faux stigmate. Cette chambre joue également un rôle pour empêcher l'entrée des liquides qui mouillent la chitine, comme les huiles ou l'eau de savon ; la gouttelette d'huile qui a réussi à pénétrer par l'ouverture externe s'étale à la surface de la chambre et la rentrée de l'air devient possible.

En passant, disons quelques mots de recherches sur les Diptères. Nous signalerons d'abord l'étude de Jost[3] sur les migrations, dans le corps du bœuf, de l'œstre *Hypoderma bovis*. Il a montré par quel chemin compliqué elle arrive au tissu sous-cutané : introduit à l'état d'œuf (pondu sur les poils de l'animal) dans la gueule de l'hôte par léchage, le parasite devient larve dans l'intestin, dont il traverse la paroi, et gagne le canal vertébral, puis, par les trous vertébraux, le tissu conjonctif intermusculaire et enfin la peau.

Une Note de Cholodkovsky[1] montre la suite de variations très graduelles de l'appareil génital femelle des Mouches, parallèlement au degré de viviparité qu'elles présentent et qui atteint son maximum chez les Pupipares, où, dans l'utérus, débouchent des glandes sécrétant une sorte de lait sucé par la larve. L'auteur confirme les observations de Leuckart et de Pratt sur ce sujet.

Même disposition existe chez les Glossines, dont la biologie vient d'être si brillamment étudiée par Roubaud[2]. Il a vu combien la vie de ces insectes, au moins la *Glossina palpalis* qui transmet la maladie du sommeil, dépend étroitement de leurs conditions d'habitat. Une moyenne thermique de 25° et un état hygrométrique voisin de la saturation sont nécessaires pour leur nutrition, le développement intra-utérin de leurs larves et enfin l'évolution régulière de leurs pupes. Ces conditions n'étant réalisées que dans les *galeries forestières* du bord des rivières, on conçoit la grande importance du débroussaillement pour la prophylaxie de la maladie du sommeil.

Roubaud insiste sur diverses particularités anatomiques des Tsésés : extrême développement des glandes salivaires, qui fait que leur salive peut être un milieu de culture pour les Trypanosomes ; — disposition de la trompe, qui ne peut aspirer que le sang circulant et rend l'animal aussi adapté à la vie parasitaire qu'un véritable ectoparasite ; — extrême développement des glandes annexes de l'appareil femelle, qui commande la viviparité de l'insecte ; — modifications adaptatives de l'appareil digestif larvaire. Sa comparaison avec les Diptères Pupipares permet à l'auteur de considérer le déterminisme biologique de la pupiparité et de mettre en évidence les facteurs primaires de convergence entre les Glossines et les Hippoboscides.

§ 11. — Tuniciers.

Signalons seulement pour ce groupe la Note de Julin[3] sur le développement de l'œuf du Pyrosome. Il a constaté que l'embryon est phosphorescent et que la phosphorescence siège dans les cellules du testa, ces éléments folliculaires auxquels on a

[1] *Biolog. Centralbl.*, t. XXVII, 1907.
[2] *C. R. Soc. Biol.*, t. LXVI, *passim*.
[3] *Zeitsch. für wiss. Zool.*, t. LXXXVI, 1907.

[1] *Zool. Anz.*, t. XXXIII, 1908.
[2] *Thèse Fac. Sc. Paris*, 1909, et *Rapp. Mission française maladie du sommeil* (Paris, Masson, 1909).
[3] *C. R. Soc. Biol.*, t. LXVI, 1909.

fait jouer divers rôles et dont cette propriété était tout à fait inattendue[1].

§ 12. — **Vertébrés.**

Moins qu'ailleurs nous ne songeons à être complets pour cet embranchement. Nous mentionnerons d'abord un récent travail de Brachet[2] sur l'ontogenèse de la tête des Amphibiens, où l'on trouvera un exposé d'ensemble de ce gros problème. L'opinion globale de l'auteur est qu'il ne faut pas chercher à expliquer la tête par une succession de métamères du type de ceux du tronc. Il considère comme vraisemblable que la tête, siège des principaux organes nerveux et sensoriels, s'est différenciée comme telle avant la différenciation du tronc. Si donc une certaine métamérie est reconnaissable dans la tête, il n'y a pas à s'efforcer de la ramener rigoureusement au type de la segmentation du tronc.

D'ordre plus spécial sont les recherches publiées par Gr. Kerr[3] sur le développement du Polyptère, d'après les documents et matériaux laissés par Budgett. Cette embryogénie complète les données acquises récemment sur celle du *Lepidosiren*, du Protoptère, du *Ceratodus*, dont ce Ganoïde Crossoptérygien se rapproche, en même temps qu'il rappelle, comme eux, le développement des Amphibiens[4].

Signalons aussi, dans les fascicules récents sur les matériaux de l'expédition de R. Semon en Australie, le Mémoire de Gaupp sur la morphologie des deux premières vertèbres cervicales et des condyles occipitaux de l'Echidné. Gaupp émet la conclusion importante que la dicondylie du crâne des Monotrèmes est secondaire et dérive de la monocondylie des Sauropsidés. La dicondylie de Mammifères ne serait donc pas homologue de celle des Amphibiens et il n'y aurait pas à voir là un argument en faveur d'une filiation directe des Mammifères à partir d'un groupe voisin des Amphibiens. Le crâne de l'Echidné se montre, au contraire, un véritable intermédiaire, spécialisé précocement, entre celui des Sauropsidés et celui des autres Mammifères.

Leche[1], dans ses recherches approfondies sur la dentition et la phylogénie des Mammifères, met en évidence des faits de convergence très accentués et qui pourraient être pris pour une parenté plus étroite qu'en réalité. Telle est, par exemple, la ressemblance de notre Hérisson et du *Centetes* ; la faculté d'enroulement, le revêtement épineux ont été acquis d'une façon indépendante dans ces deux genres. Plus remarquable encore est la convergence si accentuée de la Chrysochlore[2] et d'un Marsupial fouisseur (*Notoryctes typhlops*) : l'éclat métallique du poil, la forme du nez, celle du crâne, l'ossification d'un tendon pour former un troisième os de l'avant-bras, la forme de la main, etc., sont autant de traits frappants de cette similitude qui est uniquement le résultat d'éthologies parallèles.

Terminons enfin, dans un ordre d'idées analogue, par l'explication que Kukenthal[3] propose de l'asymétrie craniale des Cétacés. Le côté droit est plus large que le gauche, dont les os sont plus épais. Kukenthal établit une corrélation entre cette disposition si singulière et l'insertion oblique de la nageoire caudale, qui fonctionne comme une hélice. L'effet de celle-ci est que la pression de l'eau dans la natation est plus forte sur le côté gauche de la tête que sur le côté droit, d'où réaction plus intense des os de gauche qui deviennent plus épais en même temps et plus étroits. Cette hypothèse expliquerait assez naturellement pourquoi l'effet est beaucoup plus marqué chez les types tels que le Cachalot, où la tête est coupée de façon abrupte, que dans ceux où la tête n'est pas tronquée, tels que les Baleines, et aussi pourquoi l'asymétrie en question intéresse surtout la région tout à fait antérieure de la tête. Si de pareilles explications ne sont qu'hypothétiques, notons cependant que le transformisme seul permet de concevoir une interprétation plausible de semblables bizarreries.

M. Caullery,
Professeur
à la Faculté des Sciences
de Paris

F. Mesnil,
Chef de Laboratoire
à l'Institut Pasteur.

[1] Il a paru récemment plusieurs mémoires sur la phosphorescence de divers Invertébrés : Kutschera (*Zeitsch. f. wiss. Zool.*, t. XCII, 1908) sur une annélide (*Acholoe*); Reichensperger (*Ibid.*, t. XCI, 1909); Sterzinger (*Ibid.*, t. LXXXIII, 1907); Mangold (*Pflüger's Archiv.*, t. CXVIII, 1907); Trojan (*Biolog. Centralbl.*, t. XXVIII, 1908); ces quatre derniers sur les *Ophiures* et surtout sur l'*Amphiura squamata*. Sterzinger conclut que le siège de la phosphorescence de cet animal est extracellulaire, les trois autres, au contraire, qu'il est intracellulaire.

[2] *Arch. de Biologie*, t. XXIII, 1907.

[3] *Proc. Roy. Soc. Edinburgh*, t. XVII, 1907 (*Budgett memorial volume*).

[4] Assheton, dans le même volume, a étudié le développement du *Gymnarchus niloticus*, Téléostéen de la famille des Mormyrides. Ce développement rappelle aussi par divers caractères celui des Amphibiens : rapidité de l'éclosion (7 jours), vestiges d'un tube neural, appareil excréteur, etc.

[1] *Zoologica*, fasc. 49, 1907.

[2] Sur cet animal, voir aussi le Mémoire consacré par Sweet (*Quart. Journ. Micr. Sc.*, t. LIII, 1909) à ses yeux rudimentaires. Leur régression est plus accentuée que chez le *Notoryctes typhlops* (Cf. Sweet : *Quart. Journ. Micr. Sc.*, t. L, 1906).

[3] *Anat. Anz.*, t. XXXIII, 1908.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Thomae (J.). — **Vorlesungen über bestimmte Integrale und die Fourierschen Reihen.** — 1 *vol. gr. in-8° de* 182 *pages. (Prix*: 9 *fr.* 75.) *B.-G. Teubner, éditeur. Leipzig*, 1909.

Ces leçons sur les intégrales définies et leurs applications débutent par un chapitre dans lequel l'auteur rappelle les principales propositions de la Théorie des fonctions dont il aura besoin dans la suite, et sur lesquelles on passe souvent très rapidement dans les cours d'Analyse. Il étudie ensuite la notion de fonction primitive, celle d'intégrale définie considérée comme limite d'une somme et les méthodes d'intégration; puis viennent les intégrales dont les limites sont infinies. Cette étude est accompagnée d'intéressants exemples.

La théorie des séries de Fourier fait l'objet d'un important chapitre; elle est développée en partant de la notion d'interpolation trigonométrique de Lagrange et en suivant ensuite la méthode de Dirichlet. On y trouve l'exemple de la fonction sans dérivée de Weierstrass et une étude très approfondie du problème classique des cordes vibrantes.

Avant de continuer la théorie des intégrales définies, M. Thomae aborde les intégrales doubles, qui lui fourniront des méthodes très élégantes pour l'évaluation des intégrales simples. Il examine plus particulièrement l'intégrale de Fourier. Signalons aussi son exposé très concis des intégrales eulériennes et des intégrales curvilignes. Pour terminer, l'auteur passe aux fonctions de variables complexes et donne le théorème fondamental de Cauchy, établi à l'aide de la méthode de Riemann.

Il nous paraît utile d'ajouter que, tandis que dans la première partie, consacrée aux intégrales simples, les démonstrations sont établies à l'aide de moyens purement arithmétiques, l'auteur a recours dans la suite à la représentation graphique des intégrales définies. Ses leçons s'adressent donc plus particulièrement à ceux qui désirent approfondir l'étude des intégrales définies plutôt en vue de l'évaluation des intégrales que de l'étude purement analytique.

H. Fehr,
Professeur à l'Université de Genève.

Risser (René), *ancien Elève de l'Ecole Polytechnique, membre agrégé de l'Institut des Actuaires français.* — **Etude sur l'établissement des Tables de mortalité de population, mortalité professionnelle, mortalité dans le cas d'invalidité.** — 1 *vol. in-8 de* 105 *pages. (Prix*: 6 *fr.) Dulac, éditeur. Paris*, 1909.

Cet ouvrage est entièrement consacré à l'étude technique de la construction des tables de mortalité.

L'auteur développe d'abord les méthodes de calcul relatives aux tables de population et fait une très intéressante critique des divers ajustements, principalement de l'ajustement par formules linéaires. On peut se demander si, dans la pratique, il est nécessaire d'employer de telles méthodes, qui nécessitent des calculs extrêmement compliqués; pour notre part, nous n'en avons jamais reconnu l'utilité, les statistiques à ajuster étant généralement incomplètes et présentant même souvent des erreurs supérieures aux limites d'ajustement.

Mais l'exposé des méthodes générales présente cependant un grand intérêt théorique, et l'on doit remercier M. Risser de l'avoir fait, quitte à ne pas attribuer une trop grande importance pratique à ces spéculations.

La dernière partie du travail de M. Risser est relative à la mortalité des professionnels et à l'étude des courbes et des surfaces de mortalité; l'étude de la question des tables à double entrée est fort bien faite et les applications diverses des formules à deux variables sont traitées très complètement.

Ce livre est donc à retenir et à consulter.

L'édition est soignée, et la lecture, quelquefois un peu aride, est facilitée par une heureuse disposition typographique.

A. Barriol,
Actuaire-Conseil,
Directeur de l'Institut des Finances et des Assurances.

Lebeuf (A.), *Directeur de l'Observatoire de Besançon.* — **20e Bulletin chronométrique de l'Observatoire national astronomique, chronométrique et météorologique de Besançon.** — 1 *broch. in-8°. Millot et Cie, éditeurs. Besançon*, 1909.

Les Congrès internationaux de Chronométrie de 1889 et 1900 ont mis en lumière l'appui réciproque que se prêtent la science et la technique dans l'art de l'horlogerie. Les Bulletins chronométriques de l'Observatoire de Besançon nous en apportent chaque année une preuve nouvelle. « Trois faits saillants : l'accroissement des dépôts, celui des plus hautes récompenses et la transmission automatique de l'heure à Besançon, distinguent l'année 1907-1908. » C'est ainsi que débute le Rapport. Il établit la statistique des épreuves subies par les chronomètres, la comparaison avec les années précédentes, puis avec les résultats publiés par les Observatoires de Genève, Neuchâtel et Kew. Ces chiffres ne se peuvent analyser, mais ils nous laissent l'impression que notre grand centre horloger de l'Est, grâce au concours de l'Observatoire et de l'Université, peut marcher maintenant de pair avec ses émules de Suisse, bien que ses concours datent d'une époque beaucoup plus récente. Nous en félicitons le dévoué et actif directeur de l'Observatoire ainsi que les fabricants bisontins.

On trouve à la fin du Rapport deux Mémoires très intéressants :

1° Sur la désaimantation des pièces d'horlogerie, par M. E. Grassot;

2° Transmission automatique de l'heure, par M. A. Sallet.

Ed. Caspari,
Ingénieur hydrographe en Chef.

2° Sciences physiques

Turpain (Albert), *Professeur de Physique à la Faculté des Sciences de Poitiers.* — **La Télégraphie sans fil et les Applications pratiques des Ondes électriques.** — *2e édition.* 1 *vol. in-8° de* 386 *pages, avec* 220 *figures. (Prix* : 12 *fr.) Gauthier-Villars, éditeur. Paris*, 1909.

M. Turpain a apporté par ses études personnelles une importante contribution au domaine de la télégraphie sans fil à une époque où elle n'était pas encore née à la vie industrielle. On ne saurait oublier, notamment, qu'il a imaginé, dès l'année 1895, le *résonateur à coupure* associé au téléphone, pour déceler les ondes électriques, et signalé, dès l'année 1898, les propriétés des *champs interférents*, dont M. Slaby a su tirer parti ultérieurement dans ses essais de multicommunication.

M. Turpain était donc particulièrement qualifié pour entreprendre le présent exposé, et l'on doit se féliciter que cette seconde édition lui ait permis de mettre au point les différentes questions que soulèvent les applications de plus en plus nombreuses des ondes hert-

ziennes. Il s'en est acquitté en physicien et en critique averti, mettant le lecteur justement en garde contre l'autodidaxie en laquelle semble se confiner depuis quelques années la télégraphie sans fil.

Le plan général de l'ouvrage est resté le même que dans la première édition. Après une étude générale, succincte et très claire, des ondes électriques, de leur mode de production, et des méthodes d'observation, l'auteur présente, dans trois chapitres importants, les principes de leur application à la télégraphie sans fil. Cette question de la télégraphie sans fil proprement dite a reçu dans cette seconde édition d'importants développements.

L'auteur y donne, notamment, un exposé complet des méthodes de détermination des longueurs d'onde et des amortissements, déterminations qui jouent maintenant un rôle capital dans la technique.

L'étude de l'accouplement des circuits, qui est présentée d'une manière élémentaire et élégante, conduit tout naturellement l'auteur à envisager le problème de la syntonie sous ses divers aspects, et les différentes solutions qui ont successivement été proposées pour en obtenir la solution partielle.

M. Turpain indique avec netteté la véritable position du problème et montre que sa solution intégrale est subordonnée à la production pratique d'ondes entretenues.

Les chapitres suivants sont consacrés aux applications des ondes hertziennes à la télégraphie avec conducteurs, à la commande à distance et à l'étude des orages. Ce sont des applications intéressantes auxquelles M. Turpain a apporté une contribution très personnelle et qui sont susceptibles de prendre un certain développement. La multicommunication télégraphique par ondes hertziennes (par fil), notamment, paraît destinée à un grand avenir.

L'ouvrage se termine par un chapitre documenté sur l'exposé des procédés qui permettent de produire les courants de haute fréquence. Les courants de haute fréquence n'ont guère reçu jusqu'à présent que des applications médicales, mais il est permis d'entrevoir pour l'avenir des applications industrielles plus importantes (pour l'éclairage, notamment).

Le lecteur trouvera dans l'ouvrage de M. Turpain un exposé tout à fait au point des tentatives qui ont été faites dans ce sens.

C. Tissot,
Professeur à l'École Navale.

Svedberg (The). — Studien zur Lehre von den kolloiden Lösungen. (Études sur les solutions colloïdales.) *Thèse présentée à la Faculté des Sciences d'Upsal. — 1 vol. in-8°. Berling, éditeur. Upsal,* 1908.

Bredig a, le premier, réussi à obtenir divers métaux à l'état d'*hydrosols*, c'est-à-dire de suspensions très fines et stables dans l'eau, par des moyens purement physiques : on sait que, pour cela, il allumait sous l'eau un arc électrique entre deux pointes métalliques. M. Svedberg a obtenu, par la pulvérisation électrique au sein d'un liquide, un très grand nombre de *sols* nouveaux : d'une part, il a employé comme milieux divers liquides organiques (éther ordinaire, pentane, alcools propylique et isobutylique, etc.); d'autre part, il a réussi à pulvériser des métaux tels que les alcalins et les alcalino-terreux. Les premiers, en particulier, se font remarquer par les belles couleurs de leurs sols (ceux de sodium dans l'éther sont rouge pourpre à —70°, ceux de potassium bleus). Les résultats indiqués ne peuvent être obtenus que dans des conditions assez étroitement déterminées, qui sont étudiées dans la première partie du Mémoire. La pulvérisation doit être souvent obtenue au moyen d'une décharge oscillante : pour se placer dans les meilleures conditions, on doit opérer avec une très grande capacité, une self-induction très petite, une faible résistance ohmique et une longueur d'étincelle très réduite. On diminue ainsi le plus possible la quantité du liquide décomposé par la chaleur de la décharge par rapport à la quantité de métal pulvérisé. De belles planches photographiques, mises en tête de l'ouvrage, montrent l'aspect de la pulvérisation dans les différents modes de décharge. Une autre condition, toujours utile et souvent indispensable pour obtenir des sols métalliques, est d'opérer à température aussi basse que possible : souvent les appareils sont refroidis dans un mélange de neige carbonique et d'acétone. L'auteur a obtenu de belles suspensions de sodium et de potassium dans le méthane liquide, dont le point d'ébullition est à —164°.

Une basse température semble être aussi l'une des principales conditions de stabilité des suspensions obtenues. Ces conditions, M. Svedberg les discute dans la deuxième partie de son Mémoire. Bien qu'il consacre un exposé assez long aux travaux antérieurs sur la stabilité des hydrosols, la partie la plus intéressante de cette division de l'ouvrage est naturellement celle où il traite de la stabilité dans les milieux non dissociants dont il s'est servi dans ses recherches. Il ne peut donner de règles définitives qui permettent de déterminer *a priori* les conditions de cette stabilité; mais il fait ressortir l'influence que divers facteurs exercent sur elle : il est nécessaire d'employer, pour cette étude, un milieu faiblement ionisé et un métal en suspension possédant une faible tension de dissolution (c'est le cas, par exemple, de la suspension de platine dans l'éther). Dans ces conditions, on peut observer qu'il existe, pour chaque système de composition donnée, une température critique bien définie au-dessus de laquelle il cesse d'être stable. Ce point critique, qui s'abaisse quand la concentration de la suspension augmente, se trouve toujours élevé par l'addition d'une petite quantité de substance étrangère non colloïdale. Inversement, il s'abaisse considérablement lorsque le milieu liquide devient très pur; ce qui amène à penser que, pour une pureté parfaite du milieu, le système serait instable à toute température. La viscosité du liquide n'a pas, comme on l'a écrit quelquefois, une influence notable sur la stabilité de la suspension.

M. Svedberg s'est servi des colloïdes nouveaux qu'il avait réussi à préparer pour faire une étude des mouvements browniens dans divers milieux. Pour cela, il faisait lentement couler une suspension étendue dans une cellule adaptée à un appareil ultramicroscopique. Grâce aux mouvements browniens, les images des particules entraînées par le courant, au lieu de se présenter à l'œil comme de petites droites, affectaient la forme de lignes ondulées que l'auteur assimilait à des sinusoïdes, comme si le mouvement brownien était oscillatoire : il mesurait alors ce qu'il appelle l'amplitude des mouvements propres des particules : pour cela, il prenait la moyenne d'un certain nombre d'écarts accomplis par les particules perpendiculairement à la translation, et tels que l'œil peut les percevoir sur la ligne ondulée. Malgré l'incertitude qu'entraîne un tel procédé d'étude du mouvement brownien, l'auteur en a tiré des résultats intéressants : l'amplitude des mouvements varie en sens inverse de la viscosité du milieu, et selon une loi très régulière (courbe hyperbolique). A l'aide d'un dispositif un peu différent, Svedberg a aussi vérifié qu'en amenant petit à petit une suspension à l'état isoélectrique et même en renversant son signe électrique, on modifie sa stabilité, mais non l'ampleur des mouvements browniens (il s'est servi d'un hydrosol d'argent auquel on ajoute peu à peu du sulfate d'aluminium.) Enfin, il a cherché à tirer de ses expériences une confirmation de la théorie cinétique des mouvements browniens et en particulier un argument pour choisir entre les formules données alors par Einstein et Smoluchowski. Les travaux sur cette question ont été récemment poursuivis avec tant d'activité et d'une manière si heureuse, en particulier par J. Perrin (*C. R. Ac. Sc.*), que ce point spécial du travail de Svedberg ne présente déjà plus qu'un

intérêt sensiblement diminué. Au reste, quelque intéressantes que puissent être les applications que Svedberg a faites dans ce Mémoire des curieuses suspensions qu'il a réussi à préparer, elles ne représentent évidemment qu'une faible partie de la contribution que l'étude de ces nouveaux liquides peut apporter à la connaissance des propriétés des colloïdes.

Il faut ajouter, en terminant, qu'un grand nombre de vues photographiques, de schémas et de courbes permettent de bien se rendre compte des dispositifs expérimentaux et de lire facilement les résultats des recherches : ces nombreuses figures contribuent à rendre aisée la lecture de ce beau travail.

H. Mouton,
Chef de laboratoire à l'Institut Pasteur.

Meurice, *Directeur de l'Institut de Chimie pratique de Bruxelles.* — **Cours d'Analyse quantitative minérale.** — 1 *vol. gr. in-8° de* 830 *pages, avec* 62 *figures.* (*Prix* : 30 *fr.*) *Dunod et Pinat, éditeurs. Paris*, 1909.

L'étude de cet important ouvrage de 800 pages, où toutes les données de détail ont leur importance, ne peut être résumée en quelques lignes.

Ce qui fait la valeur de ce Traité, c'est qu'il est écrit par un analyste doublé d'un professeur; il a subi l'épreuve du laboratoire et l'épreuve de l'amphithéâtre. C'est dire qu'il s'adresse, d'une part, à tous les chimistes praticiens qui savent déjà l'analyse, d'autre part, aux étudiants qui l'apprennent. L'auteur a fait un choix parmi les méthodes décrites par les meilleurs analystes, et il ne les recommande qu'après en avoir contrôlé la valeur dans son laboratoire.

Les chimistes trouveront des développements analytiques très étendus sur les minerais du fer, et sur tous les produits qui se rattachent à sa métallurgie, sur la plupart des métaux usuels et sur un grand nombre de métaux rares, sur les combustibles, les calcaires, chaux, mortiers, ciments.

Les étudiants liront avec profit de précieux conseils sur la manière de tenir leur cahier de laboratoire, et des exemples de ces calculs analytiques si simples, et qui, cependant, embarrassent tant les débutants.

Il est seulement regrettable que, dans les exemples de calculs, l'auteur se serve de la notation en équivalents, qui n'est plus enseignée aujourd'hui.

On pourrait remarquer aussi que M. Meurice, qui recommande beaucoup l'examen microscopique des métaux, ne lui donne pourtant que très peu de développement dans son cours d'Analyse. La raison en est, sans doute, dans l'usage adopté jusqu'ici d'exposer cette méthode dans des ouvrages spéciaux.

Des figures schématiques, remarquablement claires, représentent les divers appareils décrits.

Marcel Guichard,
Maître de Conférences à la Sorbonne.

Sauveur (Albert), *Professeur de Métallurgie et de Métallographie à l'Université d'Harvard*, et **Boylston** (H. M.), *Maître de Conférences à la même Université.* — **Laboratory Experiments in Metallurgy** (Expériences de laboratoire en métallurgie). — 1 *vol. in-4° de* 73 *pages. Chez les auteurs, Cambridge* (*Mass.*), 1909.

M. Albert Sauveur, le savant professeur de Métallurgie à l'Université d'Harvard, et M. Boylston, maître de Conférences, viennent d'écrire un livre de manipulations de Métallurgie qui prouve quelle place occupent les exercices pratiques dans leur enseignement. La première partie a trait à la métallurgie générale, la seconde à la sidérurgie. Les mesures calorimétriques et pyrométriques jouent un grand rôle ; on étudie également quelques réactions métallurgiques particulièrement bien choisies : réduction des oxydes métalliques par le carbone, par l'aluminium, réaction des sulfures et des oxydes, etc.

L'importance donnée à la sidérurgie n'étonnera aucun métallurgiste; l'étude des alliages fer-carbone est trop complexe, les manipulations auxquelles se prêtent ces produits sont trop nombreuses et variées pour que l'on ne s'y arrête longuement : l'influence du carbone et du nickel sur les propriétés mécaniques, la détermination des points critiques, la température de trempe et la variation des propriétés mécaniques, l'influence du recuit, des différents coefficients intervenant dans la trempe, etc., font l'objet de minutieuses et instructives manipulations.

L'utilité du livre de MM. Sauveur et Boylston ne peut être mise en doute et l'on doit souhaiter que sa publication développe dans nos Écoles spéciales ces exercices pratiques qui y sont si peu répandus.

Personnellement, nous devons adresser de vifs remerciements aux auteurs : leur travail nous a considérablement facilité l'établissement des manipulations que nous faisons effectuer le dimanche matin à nos élèves du Conservatoire National des Arts et Métiers.

L. Guillet,
Professeur de Métallurgie et Travail des Métaux au Conservatoire National des Arts et Métiers.

Chaplet (A.), *Ancien directeur d'usine*, et **Rousset** (H.), *Ingénieur-Chimiste.* — **Les Soies artificielles.** — 1 *vol. de l'Encyclopédie scientifique des Aide-mémoire.* (*Prix* : 2 *fr.* 50.) *Gauthier-Villars, éditeur. Paris*, 1909.

Les soies dites *artificielles* sont le produit du filage, obtenu par des moyens mécaniques appropriés, des dissolutions de cellulose, d'éthers de la cellulose (nitrique, acétique, xanthogénique, etc.) ou de matières organiques azotées, comme la gélatine, l'albumine, la caséine, etc.

Certains de ces corps nécessitent l'emploi de dissolvants spéciaux : pour la cellulose, la liqueur cuprammonique; pour la nitrocellulose, un mélange d'alcool et d'éther.

Le brillant des soies artificielles, qui dépasse parfois celui de la soie naturelle, tient, comme celui du coton mercerisé sous tension, à la forme cyclindrique des fils et à la réflexion presque totale de la lumière sur leur surface géométriquement régulière.

L'industrie des soies artificielles doit être considérée comme une industrie d'origine française et le nom de M. de Chardonnet restera attaché à sa création. D'autres procédés ont suivi le sien, et la production annuelle monte à 5 millions de kilogs, peut-être même à l'heure actuelle à 10 millions, contre 50 millions de kilogs de soie naturelle. Par suite de l'effet de la concurrence, les prix de celle-ci ont notablement baissé dans ces dernières années.

MM. A. Chaplet et H. Rousset, après quelques pages consacrées à la soie naturelle, dans le but d'établir un parallèle avec ses substituts artificiels, passent en revue les principaux procédés de fabrication, indiqués dans de nombreux brevets. Ces procédés comprennent deux parties : préparation des solutions destinées au filage, moyens mécaniques de filage, d'enroulage, de bobinage, de séchage, etc., et sont traités séparément, comme il convient.

Il est certain que les soies artificielles pourraient remplacer la soie naturelle dans toutes ses applications, si elles ne possédaient un grave défaut. Leur élasticité et leur ténacité sont bien inférieures à celles du produit naturel, surtout à l'état mouillé.

Cette malheureuse propriété limite forcément l'emploi des soies artificielles dans la confection des tissus. Aussi, tous les efforts de ces dernières années ont-ils tendu à faire disparaître ou du moins à atténuer cette infériorité. M. Eschalier est arrivé à imperméabiliser la substance même du fil, par l'action de la formaldéhyde, et à empêcher ainsi l'absorption de l'humidité. La ténacité de la soie artificielle passerait de 144 à 208 à l'état sec et de 39 à 140 à l'état mouillé, par l'emploi de son procédé de *sthénosage*.

Le problème qui se pose est de trouver une solution

d'une matière homogène, de viscosité convenable, et capable de donner des fils qui, à l'état sec ou à l'état mouillé, présentent l'élasticité et la ténacité de la soie naturelle dans les mêmes conditions. Cette matière pourra être et sera probablement un mélange de divers corps. Le problème est loin de paraître insoluble et nous partageons la conviction des auteurs de cette fort intéressante monographie : que « nous fabriquerons un jour des textiles artificiels, à la fois plus solides et moins chers que les fibres naturelles ».

M. Prud'homme.

3° Sciences naturelles

Outes (F.-F.), *Professeur à l'Université de La Plata*, **Duclaux** (E.-H.), *Vice-directeur du Musée de La Plata*, et **Bucking** (H.), *Professeur à l'Université de Strasbourg.* — **Estudio de las supuestas Escorias y Tierras cocidas de la Serie pampeana de la Republica Argentina** (Etude des prétendues scories et terres cuites de la série pampéenne de la République Argentine). — 1 *vol. in*-8° *de* 64 *pages, avec figures. Musée de La Plata*, 1908.

Pour la première fois, en 1865, on a trouvé dans les niveaux inférieurs de la Série pampéenne certaines roches d'apparence volcanique, à texture fréquemment cellulaire, qui ont été décrites sous le nom de « scories ». D'autre part, M. J. Ameghino découvrait en 1874, dans la même série, des fragments d'une terre compacte, d'une couleur brique parfois un peu foncée, qu'il décrivait sous le nom de « terres cuites ». Ces scories et terres cuites ont été retrouvées en divers endroits; elles sont aujourd'hui considérées par M. Fl. Ameghino comme « les restes de feux millénaires, utilisés par l'homme ou son précurseur à de lointaines époques géologiques, et dans lesquels la terre, avec une quantité notable de sable, s'est vitrifiée par suite de la grande intensité du foyer calorifique ».

Cette opinion a été combattue de divers côtés, en particulier par G. Steinmann[1]. Pour élucider cette question controversée, les auteurs du présent travail se sont livrés à une étude approfondie des « scories » et « terres cuites », M. E. H. Ducloux s'occupant plus spécialement de l'examen chimique, M. H. Bucking de l'examen microscopique. Les conclusions auxquelles sont arrivés les auteurs peuvent se formuler comme suit :

1° Les matériaux scoriacés, de structure cellulaire, extraits du Monte Hermoso et d'autres gisements, sont des scories de laves andésitiques;

2° Les matériaux compacts, rouges, bruns ou grisâtres, considérés jusqu'à aujourd'hui comme des « terre cuites », sont en majeure partie des tufs éruptifs;

3° On ne possède pas de critères suffisants pour classer les échantillons d'Alvear (province de Santa-Fé); mais on peut déclarer que, dans aucun cas, ils ne doivent être considérés comme des restes d'un ancien feu attribuable à l'homme quaternaire, ni comme des vestiges laissés par l'homme actuel. L. B.

Gonnard (René), *Professeur d'Economie politique à l'Université de Lyon.* — **La Hongrie au XXe siècle.** — 1 *vol. in*-18 *de* xii-400 *pages.* (*Prix* : 4 *fr.*) *A. Colin, éditeur. Paris*, 1909.

La Hongrie est encore bien imparfaitement connue des autres pays de l'Europe. Les Hongrois prétendent que leurs adversaires profitent volontiers de cette ignorance pour répandre des idées fausses en ce qui les concerne. La vie économique et sociale du peuple hongrois est d'autant plus intéressante à analyser que les faits d'ordre économique servent à expliquer, au moins en partie, les luttes politiques qui agitent l'Europe centrale et à nous faire comprendre la place qu'y tient une race énergique, à laquelle on peut adresser quelques reproches, mais qui est parvenue, en définitive, à créer dans la vallée moyenne du Danube une civilisation puissante et originale.

L'invasion des Hongrois, au xe siècle, a eu une importance considérable dans l'histoire du continent européen; la poussée magyare a pénétré comme un coin dans la grande plaine de l'Alföld, séparant les Slaves en deux tronçons qui, depuis mille ans, n'ont plus pu se réunir. Convertis au christianisme, les Hongrois ont été au poste d'avant-garde contre les Turcs, et, en défendant l'Europe contre l'invasion nouvelle dont elle était menacée, ils lui ont rendu des services que celle-ci ne doit pas oublier.

Si, aux xviie et xviiie siècles, la Hongrie s'est laissé germaniser, le xixe siècle nous a fait assister à une sorte de réveil. Depuis 1825, historiens, publicistes, patriotes ont travaillé à donner à la Hongrie une quasi-autonomie vis-à-vis des nations qui l'entourent, et le fameux compromis de 1867 a fondé le système du « dualisme ». Les Hongrois n'en sont déjà plus satisfaits : ils trouvent qu'il n'assure pas suffisamment le libre jeu de leur développement économique. Ils s'en sont, du moins, servis avec succès pour réduire à l'obéissance certains éléments réfractaires à leur hégémonie, les Croates et les Serbes, les Slovaques et les Roumains. Grâce à lui, les peuples non magyars, qui forment plus de la moitié de la population du royaume, sont dans une étroite dépendance.

La Hongrie étant surtout un pays agricole, le livre de M. Gonnard, sur le titre un peu ambitieux duquel on doit faire quelques réserves, est avant tout une étude sur les progrès de l'agriculture en Hongrie. Il suffit de visiter le Musée agricole de Budapest, qui est, sans doute, le plus beau musée de ce genre existant en Europe, pour se convaincre que la culture se pratique aujourd'hui en Hongrie d'une façon rigoureusement scientifique. Les rendements se sont accrus dans d'énormes proportions, les écoles d'Agriculture sont remarquablement organisées, les stations d'expérience, comme les associations agricoles, ont reçu de grands développements. C'est la répartition du sol lui-même qui laisse malheureusement beaucoup à désirer : les deux tiers de la terre appartiennent à de grands propriétaires qui ont des domaines de plusieurs milliers d'hectares, sur lesquels résident des ouvriers obligés, par leur situation même, de vivre dans un état voisin de la pauvreté, et qui voudraient bien acquérir quelques lambeaux de ce sol auquel ils sont profondément attachés. Beaucoup partent pour l'Amérique et reviennent avec des centaines, parfois même des milliers de couronnes, qu'ils ne désirent employer ni en fonds d'Etat, ni en valeurs industrielles, mais avec lesquelles ils veulent acheter un lopin de terre. Et ils ne le peuvent pas! On cherche aujourd'hui les moyens pratiques de démembrer ces domaines, mais c'est une question très grave. D'abord les lois d'expropriation comportent toujours quelques atteintes inquiétantes au droit individuel. Ensuite il faut observer que les grands propriétaires hongrois se croient en droit de résister aux efforts qu'on fait pour les expulser de domaines qui sont depuis des siècles dans leur famille, de domaines qu'ils ont fortement contribué à améliorer par des travaux de drainage ou d'irrigation, par l'emploi d'engrais chimiques ou l'acquisition d'un outillage perfectionné.

Le démembrement de ces domaines aurait, disent-ils, bien souvent pour effet de rendre propriétaires un grand nombre de personnes qui ne sont pas de nationalité magyare, qui ne sont peut-être pas les défenseurs de cette patrie hongroise à laquelle les propriétaires actuels sont si attachés. C'est par le développement de l'industrie, par la construction de fabriques ou d'usines qu'on pourra, au moins dans une certaine mesure, améliorer le sort des prolétaires et résister à la propagande socialiste dont M. Gonnard nous a décrit d'une façon très nette les origines et les premiers succès.

[1] G. Steinmann : Le Diluvium dans l'Amérique du Sud. *Revue gén. des Sciences* du 15 août 1907.

Il est permis de penser, avec le distingué professeur de l'Université de Lyon, que l'ère de la Hongrie exclusivement agricole est près de se clore. Une Hongrie nouvelle va naître avec une vie économique plus complexe. Le Gouvernement se trouve déjà en présence de problèmes nouveaux, nombreux et délicats. Il s'agit notamment d'introduire des réformes qui permettent l'utilisation sur place d'une partie des produits du pays. L'autonomie douanière, à laquelle aspirent beaucoup de Hongrois, et vers laquelle le royaume s'achemine, permettra-t-elle de se garantir contre les concurrences qui viennent d'Allemagne, de Russie, d'Autriche surtout? C'est bien douteux. Ce qu'on peut affirmer, en tout cas, c'est que les modifications qui se préparent en entraineront d'autres, à la fois dans le domaine social et dans la politique extérieure du royaume de Saint-Etienne.

Les difficultés qui troublent aujourd'hui les pays de l'Europe occidentale, et qui ont été jusqu'ici épargnées à la Hongrie, vont l'assaillir inévitablement. Nous souhaitons que le courage avisé et l'esprit pratique des Magyars leur permettent de triompher de ces nouvelles épreuves. Ils ont su, depuis mille ans, tenir tête à beaucoup d'attaques; les succès qu'ils ont obtenus dans le passé sont un gage de ceux qui leur sont probablement réservés dans l'avenir.

GEORGES BLONDEL,
Professeur à l'Ecole des Hautes Etudes Commerciales.

Delacroix (Dr G.), *Directeur de la Station de Pathologie végétale, Maître de Conférences à l'Institut national agronomique*, et **Maublanc** (A.), *Chef des Travaux de Pathologie végétale à l'Institut national agronomique.* — **Maladies des plantes cultivées : I. Maladies non parasitaires. — II. Maladies parasitaires.** — *2 vol. in-18 de 431 et 452 pages, avec nombreuses figures et planches.(Prix : 5 fr. le volume.) J.-B. Baillière et fils, éditeurs. Paris*, 1908-1909.

Nos connaissances en Pathologie végétale ont marché de pair avec les progrès de la Botanique, et elles forment aujourd'hui un corps de doctrine scientifiquement ordonné, qu'il est possible d'exposer dans son ensemble sous forme de Traité.

Les étrangers nous ont précédés dans cette voie, et voilà bien des années que les Allemands possèdent des Traités comme ceux d'Hartig, de Frank, de Sorauer. La troisième édition de ce dernier ouvrage, véritable monument élevé à la pathologie des plantes, est en cours de publication; les Anglais ont les Traités de G. Massee et de Marshall Ward; les Italiens, ceux de Berlèse, Briosi et Cavara; les Danois, celui de Rostrup. Nous trouvons chez ces diverses nations des périodiques spécialement consacrés à la Pathologie végétale, tandis que chez nous les articles concernant ce sujet sont épars dans les publications botaniques ou agricoles; il y a là une lacune qu'il serait utile de combler. Il faut joindre à cette énumération les Etats-Unis avec leur Bulletin du Département de l'Agriculture, *Division of vegetal Pathology*, et ceux des *Agricultural Experiment Stations*.

Il serait cependant injuste de ne pas rappeler certains ouvrages français, qui n'ont qu'un défaut, à notre point de vue, celui de n'embrasser qu'une partie du sujet, tels sont : « Les Maladies de la Vigne » de Viala, et le « Traité des Maladies des Plantes agricoles » de Prillieux. Ce dernier ouvrage a fait beaucoup pour développer en France le goût de ces intéressantes études.

Mais nous aurions mauvaise grâce à nous plaindre, au moment où paraît un ouvrage de premier ordre. Le Traité de M. Delacroix est publié, d'ailleurs, presqu'en même temps qu'un autre livre, fort intéressant, mais beaucoup moins étendu, sur le même sujet, et dont nous rendions compte ici même, il y a peu de temps[1].

On sait quel grand travailleur et quel savant consciencieux fut le Dr Delacroix. Collaborateur, puis successeur de M. Prillieux à la Direction de la Station de Pathologie végétale de l'Institut agronomique, il put poursuivre, sur les centaines d'échantillons qui lui étaient expédiés chaque année de France et des colonies, des études personnelles sur les maladies des plantes; aussi son enseignement à l'Institut agronomique fut-il excellent : « Ses élèves sentaient bien qu'il connaissait d'expérience personnelle ce qu'il exposait à l'amphithéâtre[1]. » Delacroix tenait à ce que cet enseignement lui survécût.

Il faut lire, à ce propos, les pages émues que M. Prillieux consacre à son ancien collaborateur et ami, et où il nous le montre, malade et sentant ses jours comptés, travaillant avec acharnement à fixer son œuvre. Il ne put, hélas, achever que la rédaction du premier volume, et ce fut seulement quelques heures après avoir écrit la dernière page que la mort vint interrompre à jamais son labeur. Mais ses notes étaient assez complètes pour qu'aidé de son cours, son dévoué élève et collaborateur, M. Maublanc, pût achever l'œuvre commencée.

Le premier volume est fortement original, dans ce sens qu'il traite d'un sujet qui n'avait jamais été abordé dans son ensemble par les auteurs français, celui des maladies non parasitaires des plantes.

Après des notions de Tératologie végétale, l'auteur expose ce que l'on doit entendre par maladies non parasitaires, en commençant par les lésions d'ordre mécanique : les blessures et leur cicatrisation, la formation de la gomme dans les tissus blessés, et la maladie de la gomme des Amygdalées.

L'auteur passe ensuite à l'étude des altérations produites par les agents météoriques : froid, gelée, chaleur, sècheresse et humidité; vient ensuite l'action de la lumière, de la foudre et, enfin, des diverses matières toxiques, notamment des gaz et vapeurs que déversent certaines usines sur les cultures avoisinantes et dont les effets ont donné lieu souvent à des contestations portées devant les tribunaux.

Viennent ensuite les maladies de causes incertaines ou complexes : la chlorose, la verse, la coulure, la brunissure, les intumescences, etc.

L'important chapitre qui termine le premier volume, et constitue, en quelque sorte, une introduction au second, est particulièrement à signaler. L'auteur fait, pour la première fois en France, un exposé développé et suggestif des questions de l'immunité des végétaux et des causes du parasitisme, ce qui lui permet d'aborder d'une façon aussi scientifique que possible le sujet qui est le but pratique de la Pathologie : la lutte contre les maladies des plantes.

En médecine végétale, comme en médecine humaine, mieux vaut prévenir que guérir; aussi, la création de variétés douées d'immunité complète vis-à-vis des parasites doit-elle être l'objectif principal des recherches, et les faits actuellement acquis suffisent à établir qu'un tel but n'est point chimérique.

L'auteur rapporte, dans cet ordre d'idées, les travaux d'E. Laurent, de G. Massee, de Miyoshi qui sont des plus encourageants. Non seulement on peut atténuer les prédispositions à la maladie par les soins culturaux et par la sélection artificielle des variétés reconnues plus résistantes, mais encore les expériences effectuées font entrevoir le moment où l'on réalisera d'une façon plus directe l'immunité, en produisant dans la plante un milieu négativement chimiotactique pour les champignons parasites, et cela soit par absorption, soit par inoculation, en se servant de solutions simples ou même de sucs de plantes naturellement réfractaires (sérumthérapie). On a aussi réalisé l'introduction efficace de substances toxiques pour le parasite (sulfate de cuivre à une dilution convenable); enfin, on pourra effectuer une sorte de vaccination, comme nous l'avons expéri-

[1] DUCOMET : Pathologie végétale. *Revue gén. des Sc.* du 30 mars 1909, t. XX, p. 284.

[1] PRILLIEUX : Notice sur la vie et les travaux de G. Delacroix. *Bull. de la Soc. myc. de France*, 1908, p. 48.

menté au cours de nos recherches avec la « toile », qui détruit les boutures en serre, et le *Botrytis cinerea*; ici, ce sont les produits de sécrétion de la forme atténuée du parasite qui tendent à réaliser l'immunisation de l'hôte contre la forme virulente. Ces dernières expériences, que nous allons reprendre et poursuivre, semblent ignorées de l'auteur. Nous ne saurions trop insister sur l'importance de ce chapitre du livre de M. Delacroix, dont la lecture, espérons-le, attirera l'attention des chercheurs sur une voie nouvelle et féconde. Sorauer termine le deuxième volume de son grand Traité en souhaitant que les études se portent de plus en plus vers la connaissance de l'immunité et la réalisation de l'immunisation. Il s'agit donc d'une orientation nouvelle des recherches de Pathologie végétale, que les esprits éclairés s'efforcent d'accentuer le plus possible.

En tête de ce premier volume, et à la fin de chaque chapitre, se trouvent de précieuses indications bibliographiques que l'on regrette fort de ne pas retrouver dans le second volume.

Dans ce deuxième volume, les auteurs traitent des maladies d'origine parasitaire, c'est-à-dire causées par des bactéries, des champignons et des plantes phanérogames. L'ordre adopté est celui de la classification botanique des parasites; c'est incontestablement le meilleur, quoiqu'il puisse paraître, à des esprits superficiels, moins pratique que celui qui consisterait à partir des hôtes attaqués, pour décrire leurs parasites. Cette dernière méthode, outre qu'elle expose à de perpétuelles redites, ne met pas le lecteur à même de se rendre compte des cas non expressément décrits; il n'en sera plus ainsi s'il sait reconnaître les caractères des groupes et possède le fil d'Ariane de la classification. Ce second volume est bien au courant des plus récents travaux; il est aussi intéressant au point de vue scientifique qu'au point de vue pratique.

Nous devons abréger ce trop long compte rendu d'un ouvrage qui comble de la façon la plus heureuse une fâcheuse lacune. Il fait grand honneur à l'*Encyclopédie agricole* et à notre Institut agronomique dont elle émane. Il nous reste maintenant à souhaiter que l'on fonde quelques stations de Pathologie végétale bien outillées, pour qu'à l'exemple du Dr Delacroix s'y effectuent des travaux plus nombreux encore dans la voie si féconde de la Pathologie végétale. L'intérêt de ces études pour l'agriculture et le pays s'affirme d'une façon chaque jour plus évidente.

J. Beauverie,
Chargé d'un Cours de Botanique appliquée à la Faculté des Sciences de l'Université de Lyon.

4° Sciences médicales

Bordier (Dr H.), *Professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Lyon.* — **Technique radiothérapique.** — 1 *vol. de l'Encyclopédie des Aide-mémoire.* (*Prix* : 2 *fr.* 50.) *Masson et Cie, éditeurs. Paris*, 1909.

Ce petit volume de 175 pages nous apporte-t-il la technique définitive que nous devrons suivre pour nos opérations radiothérapiques? La valeur scientifique de l'auteur, sa compétence incontestable, l'étude rationnelle qu'il a faite d'un procédé de mesure particulier avec une unité de quantité bien définie donnent certainement un intérêt tout spécial à son travail. Mais il ne faut pas se dissimuler que la grosse question, dans la technique radiothérapique, est celle du dosage du rayonnement, et tous les procédés de dosage actuels, le sien, hélas! comme les autres, sont entachés de graves défauts. La confiance absolue qu'il a en sa méthode, d'autres l'ont aussi pour leur méthode, et les hésitations des praticiens entre les systèmes proposés prouvent tout au moins que chacun d'eux pour être bon, doit porter la marque du coefficient d'habileté ou d'habitude de celui qui l'applique.

M. Bordier expose sa technique avec l'enthousiasme que donnent les bons résultats qu'il en a tirés; il a raison, et l'on ne dira jamais trop aux praticiens que la radiothérapie sans mesure est l'arme la plus dangereuse que nous puissions manier, parce que l'énergie radiante, suivant sa qualité et sa dose, va se répartir différemment entre les éléments vivants des tissus traversés, excitant les uns, faisant dévier les autres de leur voie d'évolution normale, et les frappant parfois d'une tare indélébile. D'ailleurs, son enthousiasme et sa confiance ne lui enlèvent pas l'impartialité du savant : il décrit avec soin les autres procédés de mesure, et, si l'on excepte le procédé ionométrique de Villard, publié alors que son livre était déjà sous presse, on trouvera là un exposé concis de cette intéressante question de la dosimétrie des radiations nouvelles.

Quelques pages sur les applications de la radiothérapie; quelques conseils utiles sur la conduite des tubes; un chapitre très clair sur l'appréciation de la qualité des rayons X; un chapitre sur la quantitométrie; un rapide exposé de recherches personnelles sur les lois de répartition de l'énergie radiante dans le champ d'un tube et sur l'influence du nombre d'excitations par unité de temps; des considérations pleines d'intérêt sur l'absorption de l'énergie radiante par les tissus aux différentes profondeurs; enfin, une étude pratique des applications de la méthode aux cas particuliers, tel est le bilan des matières traitées dans ce recueil dont la lecture sera instructive pour tous, et où tous, quelle que soit leur propre expérience, puiseront des renseignements précieux. H. Guilleminot.

Marie (Dr A.), *Médecin en Chef des Asiles de la Seine*, et **Martial** (Dr R.). — **Travail et Folie.** — 1 *vol. de* 110 *pages de la Bibliothèque de Psychologie expérimentale et de Métapsychie.* (*Prix* : 1 *fr.* 50.) *Bloud et Cie, éditeurs. Paris*, 1909.

Les auteurs ont essayé de déterminer dans cet ouvrage la part que prend le travail, manuel ou intellectuel, dans l'ensemble étiologique dont relèvent les psychoses. Ils étudient, d'autre part, la proportion des travailleurs atteints de psychose comparée à la totalité des travailleurs. C'est surtout un livre de documentation, contenant des relevés statistiques nombreux, d'après lesquels les auteurs estiment qu'il est possible d'entrevoir les rapports qui relient le travail à la folie. Toutefois, ils ne se dissimulent pas l'incertitude des notions dont on dispose à cet égard.

Negrescu (Dr V. G.). — **Notiuni de Igiena alimentara** (Notions d'Hygiène alimentaire). — 1 *brochure in-8° de* 88 *pages.* (*Prix* : 1 *fr.*) *Imprimerie A. Codreanu, Focsani.*

Cette petite brochure, écrite en roumain, nous paraît digne d'être signalée comme un exemple à suivre. En quelques pages, l'auteur a réussi à présenter d'une façon populaire les premières notions de l'hygiène alimentaire, à l'usage des paysans de son pays, dont le mode de nutrition laisse encore beaucoup à désirer et qui paient un lourd tribut à des affections d'origine alimentaire comme la pellagre. Cette maladie a, d'ailleurs, fait l'objet de recherches spéciales de l'auteur et d'autres médecins roumains, comme M. V. Babes, et il est possible que d'ici peu leurs efforts aboutissent à une méthode à la fois préventive et curative de traitement de cette affection.

Le Dr Negrescu, qui a fait ses études médicales en France, s'est heureusement inspiré de l'enseignement de ses maîtres, et son travail nous paraît des mieux adaptés au but qu'il vise. Dans bien d'autres pays, le besoin d'un petit manuel semblable, pour les classes populaires, se fait sentir, et il faut féliciter l'auteur d'avoir mis par son livre cette question à l'ordre du jour.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 11 Octobre 1909.

1° Sciences mathématiques. — M. **R. Jarry-Desloges** communique ses observations de Mars faites au Revard (Savoie), à 1.550 m., et au Massegros (Lozère), à 900 m. Les plages assombries de la planète ont été d'une pâleur excessive en juin et juillet et ont repris leur coloration habituelle en septembre.—M. **A. Angot** signale l'enregistrement, au Parc Saint-Maur, du tremblement de terre de Croatie du 8 octobre.

2° Sciences physiques. — M. **Em. Marchand** a observé au Pic du Midi la grande perturbation magnétique du 22 au 26 septembre; elle se sépare nettement en trois périodes, qui paraissent se rattacher à trois passages de groupes de taches ou de facules sur le Soleil. — M. **P. Besson** a constaté que, à pression constante, la radio-activité atmosphérique est maximum pour le passage de la Lune au méridien, et minimum pour le passage au méridien antipode. Pour une heure de puisée constante par rapport à celle du passage de la Lune au méridien, elle croît quand la pression atmosphérique décroît. — M. **P. L. Mercanton** a étudié l'effet des ébranlements mécaniques sur le résidu des condensateurs; cet effet, s'il existe, est incomparablement plus faible que celui qu'ils exercent sur l'état magnétique des substances ferro-magnétiques. — M. **M. Chanoz** explique la dissymétrie engendrée par le courant continu dans des chaînes liquides initialement symétriques, formées de couples aqueux identiques à la viscosité près, en admettant que, dans des milieux différemment visqueux, les ions de l'électrolyte considéré se propagent avec des vitesses relatives différentes. — MM. **Ph. A. Guye** et **N. Zachariadès** ont constaté que l'erreur commise sur la pesée de 100 gr. de substance lorsqu'on effectue par le calcul la réduction du poids au vide, au lieu de le faire expérimentalement, varie de 1 à 3 dix-millièmes du poids en valeur absolue; il en résulte que la presque totalité des rapports atomiques est entachée d'une erreur correspondante. — M. **O. Scheuer** a redéterminé, avec de grandes précautions, la densité de HCl; il trouve pour poids du litre normal gr. 1,6394, ce qui conduit, pour poids atomique du Cl, à une valeur voisine de 35, 45.—M. **G. Urbain** a analysé par la spectrographie 64 échantillons de blendes; 38 contenaient du germanium, 41 de l'indium, presque tous du gallium, 32 de l'étain, 26 de l'antimoine, etc. — M. **P. J. Tarbouriech**, en faisant réagir sur la cyclohexanone une solution concentrée de KCAz, a obtenu le nitrile de l'acide hexahydro-oxybenzoïque, qui, hydraté par HCl, donne l'acide correspondant, F. 107°. — M. **P. Lemoult** a constaté que les dérivés alkylés du *pp*-diamido-diphénylléthène sont des leucobases; oxydés, ils forment des colorants capables de teindre en donnant des gammes de nuances. — M. **P. Gaubert** a observé que les combinaisons de la cholestérine et de l'ergostérine avec l'urée normale et les uréines donnent une phase liquide anisotrope. En général, avec les urées sulfurées, il se produit des cristaux losangiques, alors qu'avec l'urée normale et d'autres uréines on observe habituellement des sphérolites ou des gouttes liquides biréfringentes. — MM. **R. Lépine** et **Boulud** montrent que, si l'on a toujours pour la somme des sucres immédiats du plasma et des globules un chiffre supérieur au sucre immédiat du sang, on peut, si l'on sait doser le sucre total, obtenir la concordance entre la somme des totaux du plasma et des globules et le total du sang.

3° Sciences naturelles. — M. **Aug. Chevalier** a étudié les *Dioscorea* (ignames) cultivés dans l'Afrique occidentale; ils se rattachent à trois espèces, dont la principale est le *D. prehensilis*, qui a donné naissance à plus de 20 races. — MM. **E. Joukowsky** et **J. Favre** ont observé la couche à *Heterodiceras Lucii* au Salève et reconnu qu'elle se place nettement à la base du Valanginien. — M. **H. Arsandaux** a étudié la répartition des granits au Congo français. Ces roches, généralement d'un type banal, forment 4 massifs très étendus, correspondant à des nœuds hydrographiques importants.

Séance du 18 Octobre 1909.

1° Sciences mathématiques. — M. **L. Lichtenstein** communique ses recherches sur la détermination des intégrales de l'équation :

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + a\frac{\partial u}{\partial x} + b\frac{\partial u}{\partial y} + cu = f,$$

par leurs valeurs le long d'un contour fermé.

2° Sciences physiques. — M. **H. Poincaré** poursuit ses études sur la diffraction des ondes hertziennes et montre avec quelle rapidité décroît l'onde diffractée avec la distance. — M. **Th. Tommasina** montre que la considération de la pression de la lumière oblige à réadmettre l'existence d'une composante longitudinale dans le rayon lumineux; en outre, les trajectoires des vibrations transversales ne seraient nullement planes, mais hélicoïdales, de façon que la vibration, même dans un milieu isotrope, n'est pas exactement perpendiculaire au rayon lumineux. — M. le capitaine **Tilho** signale l'existence probable d'un centre très accentué de basses pressions dans la région du Tchad; les observations de la Mission Niger-Tchad, de novembre 1907 à juin 1908, réduites au niveau de la mer, donnent, en effet, des valeurs variant de 749,4 à 757,9 mm. — M. **H. Masson** a isolé de l'essence de girofles quatre nouveaux alcools : le méthyl-*n*-amylcarbinol, Eb. 157°-158°, le méthyl-*n*-heptylcarbinol, Eb. 195°-196°, l'alcool furfurolique et l'alcool benzylique. — M. **A. Monvoisin** a déterminé la composition chimique du lait des vaches tuberculeuses; elle passe insensiblement de la composition normale à celle du sérum sanguin à mesure que progresse la maladie.

3° Sciences naturelles. — M. **P. Marchal** a constaté que le *Chermes pini* (*orientalis*) descendant directement des galles sur *Picea orientalis* et le *Chermes pini* de nos forêts constituent deux lignées qui ne se comportent pas entièrement de même au point de vue biologique; toutefois, la formation constante de la race *orientalis* aux dépens de la race *pini* indigène, partout où se rencontrent des *Picea orientalis*, est d'une extrême vraisemblance. — M. **I. Borcea** a reconnu que le mésoderme intermédiaire des Téléostéens donne naissance, par différenciation, à l'endothélium des vaisseaux, aux cellules du sang, aux canalicules rénaux et au tissu lymphoïde du rein. — M. **A. Vayssière** a découvert dans le golfe de Marseille un petit mollusque, voisin du genre *Madrella*, qui constitue le type d'un genre nouveau, *Eliotia*, qui doit être rangé avec les *Madrella* dans une famille nouvelle, celle des Madrellidés. — M. **L. Raybaud** a étudié l'influence des rayons ultra-violets sur le développement des moisissures; la zone nocive va de λ 3.030 à 2.480; la nocivité va en diminuant à mesure que l'on s'éloigne de part et d'autre de cette zone. — M. **G. Martinet** a constaté que les abeilles peuvent féconder certaine forme de trèfle à corolle courte; la propagation de cette

forme peut présenter un grand profit pour les apiculteurs et les agriculteurs.

Séance du 26 *Octobre* 1909.

1° Sciences mathématiques. — **M. J. Guillaume** présente ses observations du Soleil faites à l'Observatoire de Lyon pendant le 2e semestre de 1909. Le nombre de groupes de taches et leur surface totale ont beaucoup diminué; ceux des facules ont peu varié. — **M. Ch. Nordmann** a déterminé la température de β-Persée d'après son éclat; il trouve 22.900°, valeur très voisine de celle que lui a donnée l'emploi du photomètre stellaire hétérochrome (23.800°). — **M. Javelle** a observé le retour de la comète de Halley à l'Observatoire de Nice et en donne les positions du 12 au 22 octobre. — **M. R. Jarry-Desloges** communique ses observations de Mars, faites au Revard et au Massegros, et qui semblent mettre hors de doute l'existence de trois catégories de canaux, différant par leur largeur. — **M. A. Angot** signale l'enregistrement au Parc-Saint-Maur d'un tremblement de terre de grande intensité, dans la nuit du 20 au 21 octobre, dont l'épicentre paraît situé à 6.700 kilomètres, vers le centre de l'Himalaya.

2° Sciences physiques. — **M. H. Hildebrandsson** a constaté que la température d'été en Scandinavie et dans toute la région baltique depuis le cap Nord jusqu'à Hambourg et Hanovre est déterminée, non par la température simultanée de la mer d'Islande, mais par la température de cette mer pendant l'hiver précédent. — **M. V. Crémieu** a déterminé la constante newtonienne au moyen de sa balance de torsion très sensible. La valeur trouvée, $K = 6{,}674 \times 10^{-8}$, n'est approchée qu'au millième, par suite de l'existence de deux causes d'erreur que l'auteur va essayer d'éliminer. — **M. G. Gouy** a étudié la constitution de la charge électrique à la surface d'un électrolyte. Pour les fortes charges, la presque totalité de la charge doit réellement être accumulée à la surface, conformément à l'opinion commune; une charge moyenne ou petite consiste en une légère condensation des ions d'un certain signe et une légère raréfaction des ions de signe opposé, toutes deux s'annulant asymptotiquement quand on s'éloigne de la surface. — **M. G. Athanasiadis** a recherché l'influence de la température sur le phénomène de polarisation dans la soupape électrolytique. En général, la différence de potentiel produisant un courant d'une intensité définie dans la soupape électrolytique diminue quand la température de l'électrolyte va en augmentant. — **M. L. Gay**, à l'aide de considérations d'équilibre chimique, établit une formule très générale entre les variations des tensions de vapeur partielles des mélanges de liquides et la composition de la phase liquide. Cette formule comprend comme cas particulier celle de Duhem-Margules. — **M. G. Belloc** a constaté que les métaux sont des réservoirs de gaz occlus pratiquement inépuisables, malgré des chauffes répétées et prolongées, atteignant jusqu'à 1.000°. — **M. E. Cornec** a suivi la variation de l'abaissement du point de congélation au cours de la neutralisation d'un acide par une base; les résultats de la cryoscopie sont d'accord avec les données de la Chimie. L'étude de la conductibilité au cours de la neutralisation, par contre, conduit parfois à des résultats différents. — **M. M. Coste** a étudié les trois états du sélénium. La densité du Se métallique en poudre est de 4,8, en cristaux, de 4,82; il fond à 219°. Le Se rouge cristallisé a pour densité 4,455; il fond à 144° en se transformant en Se métallique. — **M. M. Barrée** a déterminé les températures de transformation des alliages cuivre-aluminium par l'étude de la variation de la résistance électrique avec la température. Il a trouvé un nouveau point singulier vers 200° et deux transformations déjà connues vers 500 et 750°. — **MM. G. Darzens** et **Rost**, en traitant l'hexahydroacétophénone par PCl^5, ont obtenu l'hexahydrochlorostyrol, Eb. 70-74° sous 24 millimètres, qui, traité par KOH, fournit l'hexahydrophénylacétylène, Eb. 130-132°, dont le dérivé sodé fixe CO^2 pour former l'acide hexahydrophénylpropiolique, Eb. 138-140° sous 6 millimètres. — **M. M. Molliard** a recherché si les amines constituent des aliments pour le radis; en aucun cas, les chlorhydrates des diverses amines ne se sont comportés comme des substances capables de provoquer une augmentation de poids sec. — **M. A. Monvoisin** a constaté sur le lait des vaches tuberculeuses une hypoacidité corrélative de l'envahissement de la mamelle par le bacille de Koch. Le dosage de l'acidité du lait pourra servir au diagnostic d'une mammite douteuse.

3° Sciences naturelles. — **M. A. Imbert** a constaté que des mouvements rapides, sans production en quantité appréciable de travail mécanique extérieur, engendrent assez rapidement une fatigue qui peut être mise objectivement en évidence par des tracés ergographiques et dont le degré peut être assez élevé. — **M. C. Fleig** a reconnu que les eaux minérales radio-activées et les sérums artificiels radifères à minéralisation complexe n'ont pas d'action défavorable sur la survie d'organes ou d'éléments cellulaires isolés du corps (muscles lisses et striés, globules rouges, spermatozoïdes). — **MM. M. de Rothschild** et **H. Neuville** ont étudié le squelette de l'Okapi adulte; dans l'ensemble, il se rapproche de celui des girafes jeunes, bien qu'il y ait convergence entre l'articulation cervico-dorsale de l'Okapi et celle des *Oryx*. — **M. I. Borcea** a observé que le cœur et les cellules vasculaires migratrices des Téléostéens dérivent du mésoderme céphalique, tandis que les cellules pigmentaires ont une origine ectodermique. — **M. E. L. Bouvier** a constaté que le déménagement de la fourmi moissonneuse, le *Messor barbarus*, est précédé par la formation d'un double train de reconnaissance qui s'établit entre le gîte défectueux et le gîte définitif. Les Cloportes commensaux émigrent en même temps que les fourmis; ils suivent le même chemin et savent parfaitement s'y orienter. — **M. H. Arsandaux** a reconnu que les latérites renferment des silicates alumineux hydratés, le plus souvent alcalins, formant une série continue où la teneur en alcalis varie en sens inverse de celle en eau, et celle en silice en sens inverse de la teneur en alumine. — **M. E. A. Martel** a exploré la rivière souterraine de Labouiche, près Foix (Ariège).

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 19 *Octobre* 1909.

M. H. Hallopeau présente un Rapport sur un travail de M. **A. Nepveu** relatif à la photothérapie de la tuberculose laryngée. L'auteur a substitué, aux rayons solaires jusqu'alors utilisés, ceux de la lampe à arc, plus riches en radiations chimiques, réfléchis par des miroirs de quartz; la pulvérisation d'une solution de cocaïne et d'adrénaline décongestionne les tissus. La plupart des malades ont été très notablement améliorés.

— **M. E. Kirmisson** signale deux cas de coloboma facial (fente oblique de la face), l'un simple, l'autre double. Ses observations confirment la théorie d'Albrecht, qui explique la fente labiale par l'arrêt de développement; mais le reste des malformations faciales doit être attribué à la compression des brides amniotiques.

Séance du 26 *Octobre* 1909.

M. H. Vincent présente le Rapport général sur les épidémies observées en France en 1907. Il s'attache spécialement à l'étiologie et à la prophylaxie de la fièvre typhoïde. Cette maladie est d'une extrême fréquence en notre pays : la proportion des décès pour 100.000 habitants est de 27,6 (en Angleterre 17,5, en Allemagne 10,3). Comme véhicules de la maladie, il faut citer les eaux de boisson et les aliments souillés; l'une des causes qui contribuent le plus à l'entretien de la fièvre typhoïde est l'épandage des matières fécales. Comme programme de la lutte antityphique, l'auteur

préconise une série de mesures : éducation hygiénique et populaire de l'enfant et de l'adulte; affiches, notices et circulaires à l'occasion des épidémies; organisation d'un nombre croissant de laboratoires ou stations de recherches épidémiologiques et bactériologiques; isolement précoce des malades et des douteux; désinfection quotidienne et sur place de tous les objets contaminés; proscription ou limitation de l'épandage direct. — M. le Dr **Wurtz** lit un travail sur la fièvre de Malte en France. — M. le Dr **Thibierge** présente une étude sur les procédés nouveaux de diagnostic de la syphilis dans leurs rapports avec la Médecine légale. — M. le Dr **Mosny** lit un travail sur la tuberculose traumatique et la loi sur les accidents du travail.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 23 Octobre 1909.

MM. C. Mathis et **M. Léger** ont découvert dans le sang de la poule, au Tonkin, un embryon se rapportant à une nouvelle espèce de Filaire, qu'ils nomment *Microfilaria Sequini*. — **MM. F. d'Herelle** et **H. Seidelin** ont trouvé dans le sang d'un *Boa imperator*, capturé au Yucatan, des embryons d'une Filaire nouvelle, caractérisée par une gaine énorme, qu'ils nomment *Filaria imperatoris*, et des œufs d'une autre Filaire, qu'ils appellent *F. kilinchei*. — **M. V. Babes** critique les recherches de MM. Slatineanu et Danielopolu sur la réaction des lépreux à la tuberculine et considère comme établi que tous les lépreux réagissent à la tuberculine, qu'ils soient ou non tuberculeux. — **M. G. Dehaut** a étudié le venin cutané de l'*Euproctus montanus* de la Corse; en injection intra-veineuse chez le lapin, il produit des convulsions cloniques et la mort; le cœur s'arrête en diastole. — **MM. E. L. Backman** et **J. Runnström** ont constaté que l'œuf de grenouille fécondé possède une pression osmotique bien inférieure à celle de la grenouille développée ou de l'œuf ovarien de grenouille. — **MM. E. L. Backman** et **H. C. Jacobaeus** ont observé que la qualité hémolytique du sérum humain et la quantité d'ambocepteur qu'il contient sont assez variables chez le même sujet en différentes occasions; la quantité de complément varie peu, au contraire. — **MM. E. Maurel** et **Arnaud** ont étudié l'influence de la voie de pénétration sur les doses minima mortelles de venin de cobra, puis d'arséniate de soude, chez la grenouille, le lapin et le pigeon. — **M. F. Battelli** et **Mlle L. Stern** ont trouvé dans le foie de plusieurs animaux une oxydase (*alcoolase*) qui oxyde énergiquement l'alcool éthylique en acide acétique; les autres tissus en paraissent dépourvus ou n'en contiennent que de très faibles proportions. — **M. L. Blaizot** a constaté que la virulence du *Spirochetus gallinarum* inoculé à des poussins par l'*Argas persicus* augmente régulièrement par passages directs d'un poussin à l'autre. — **MM. A. Brissemoret** et **J. Mercier** ont étudié la localisation de la juglone dans la nervure médiane des feuilles de noyer, de mai à octobre. — **M. J. Troisier** a examiné le liquide d'un kyste hydatique du foie trouvé chez une typhique morte dans la deuxième semaine de la maladie. Il ne renfermait ni bacille, ni agglutinine, ni anticorps typhique. — **M. Cl. Gautier** décrit une modification de la réaction d'Ehrmann, pour la caractérisation de l'adrénaline, applicable soit à des solutions, soit aux tissus. — **MM. P. Emile-Weil** et **G. Boyé** ont constaté que les extraits du lobe hypophysaire postérieur accélèrent de façon constante la coagulation du sang chez l'homme et le lapin normaux; ceux du lobe antérieur la retardent, au contraire, notablement chez l'homme, légèrement ou pas chez le lapin. — **MM. M. Weinberg** et **G. Laroche** ont reconnu que différents liquides d'ascite ou de pleurésie renferment des substances antitryptiques; les liquides céphalo-rachidiens normaux n'en contiennent pas. — **M. M. Weinberg** a observé que la présence seule d'un kyste hydatique ne détermine pas l'augmentation de la quantité de substances antitryptiques dans le sérum. Par contre, l'indice antitryptique monte lorsque le kyste est enflammé; il est très élevé dans le cas de suppuration. — **MM. M. Weinberg** et **U. Mello** montrent que le sérum des malades atteints de tumeurs malignes renferme souvent des isolysines, mais on en trouve aussi dans le sérum des tuberculeux. — **M. Ch. Mantoux** a constaté que la tuberculine concentrée donne, chez les enfants ne réagissant pas à la solution ordinaire, et qu'on peut donc considérer comme vierges de tuberculose, une réaction irritative précoce, se distinguant nettement de la réaction allergique tardive qui constitue l'intradermoréaction véritable. — **MM. P. Nobécourt, Ch. Mantoux** et **Perroy** ont reconnu que l'intradermoréaction permet de faire le diagnostic de la tuberculose chez le cobaye d'une façon assez rapide.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

Séance du 10 Juin 1909 (fin).

M. E. A. Schäfer prononce la « Croonian Lecture » sur *les fonctions du corps pituitaire*. En voici les conclusions : 1° Le corps pituitaire consiste en trois parties : *a*) la *pars anterior*, formée d'un épithélium glandulaire vasculaire; *b*) la *pars intermedia*, formée d'un épithélium moins vasculaire sécrétant un colloïde; *c*) la *pars nervosa*, consistant principalement en névroglie, mais envahie par le colloïde de la *pars intermedia*, qui passe à travers elle dans l'infundibulum du 3e ventricule. Ces parties diffèrent par leurs fonctions. 2° La fonction de la *pars anterior* est associée probablement avec la croissance des tissus squelettiques, comprenant le cartilage, l'os et le tissu conjonctif en général. On le déduit surtout du fait que l'hypertrophie de la *pars anterior* est associée à un excès de croissance du squelette et du tissu conjonctif chez les individus en période de développement et spécialement du tissu conjonctif chez les adultes. Ces effets sont probablement produits par des hormones. 3° La fonction de la *pars intermedia* est de produire une matière *colloïde* qui contient des principes actifs ou hormones, agissant sur le cœur, les vaisseaux sanguins et les reins. Il existe probablement plusieurs hormones agissant indépendamment et aussi d'une façon antagoniste sur les vaisseaux sanguins et les reins, de sorte que, suivant les circonstances, il se produit une élévation ou une chute de pression sanguine, une diminution ou une augmentation de sécrétion de l'urine. Les hormones qui paraissent le plus actives sont celles qui produisent la contraction des vaisseaux sanguins en général, avec une dilatation des vaisseaux rénaux et une augmentation d'activité des cellules rénales; mais il semble en exister d'autres, qui provoquent une contraction des vaisseaux rénaux et une diminution d'activité des cellules rénales; l'effet de ces dernières est moins prononcé. Il y a également, en général, un effet inhibitoire produit sur le cœur. 4° L'extirpation du corps pituitaire est incompatible avec la survie pendant plus de deux ou trois jours. Une lésion non étendue de l'organe ne produit aucun symptôme prononcé autre qu'une augmentation de sécrétion de l'urine, accompagnée d'une augmentation de production du colloïde par la *pars intermedia*. L'enlèvement complet d'une tumeur pituitaire chez l'homme ne doit pas être tenté, car l'ablation entière de la glande serait probablement rapidement fatale. 5° L'acromégalie et le gigantisme paraissent dus à une augmentation de fonction du lobe antérieur seul. C'est ce lobe qui est toujours hypertrophié le premier dans ces affections. Si le lobe postérieur est intéressé aussi, il en résulte de la polyurie. La terminaison fatale qui est de règle dans l'acromégalie — mais qui peut être longtemps différée — est probablement associée à un changement dans la nature de la tumeur, qui, d'hyperplasie surtout glandulaire, devient sarcomateuse, le tissu normal étant détruit. 6° L'addition d'une quantité faible, mais régulière, de substance pituitaire à la nourriture produit une augmentation de la quantité d'urine sécrétée. Cet effet est obtenu

avec la *pars intermedia* et le lobe postérieur, mais non avec le lobe antérieur. L'implantation du corps pituitaire d'un autre individu de la même espèce peut produire un effet similaire sur l'urine, mais qui disparaît bientôt. 7° L'addition d'une petite quantité de substance pituitaire à la nourriture paraît favoriser la croissance des jeunes animaux; en tout cas, elle ne l'empêche ni ne la restreint. Les essais d'implantation de corps pituitaire chez les jeunes animaux n'ont pas été suivi d'une diminution de la croissance; la nutrition semble plutôt améliorée. Mais l'auteur n'a pas réussi à établir de greffes permanentes.

Communications reçues pendant les vacances.

MM. **G. S. West** et **B. M. Griffiths** : *L'*Hillhousia mirabilis, *une bactérie sulfurée géante. L'Hillhousia mirabilis* est la plus grande des bactéries solitaires qui ait été trouvée; sa longueur moyenne est d'environ 60 μ, sa largeur de 26 μ. C'est une bactérie péritriche, avec un grand nombre de cils courts. Elle se trouve parmi les matières organiques en décomposition dans la vase des petits étangs d'eau douce. Chaque individu consiste en un réseau protoplasmique dont les mailles renferment de gros globules de soufre ; le réseau contient également de nombreux petits granules, la plupart de nature nucléo-protéique ; aucun d'eux ne constitue un granule de chromatine; la paroi cellulaire est ferme et offre une grande résistance aux réactifs; l'action de l'acide carbolique à 5 °/₀ montre qu'elle possède une structure lamellaire. La multiplication de cet organisme est relativement lente ; il n'y a qu'une division par vingt-quatre heures.

SOCIÉTÉ ANGLAISE DE CHIMIE INDUSTRIELLE

SECTION DE LIVERPOOL

Séance du 21 Avril 1909.

MM. **C. Beadle** et **H. P. Stevens** attirent l'attention sur la présence de moisissures dans le papier et les fibres de bois préparées pour la fabrication du papier; ils indiquent les caractères observés et la proportion de furfurol et d'extrait aqueux qu'on en retire. — Les mêmes auteurs ont étudié *l'utilisation des sous-produits de la graine de coton*, généralement considérés comme des déchets. Le coton séparé des coques de la graine par les machines Minck et de Segundo peut servir à la fabrication d'un papier de bonne qualité; les coques elles-mêmes peuvent servir de nourriture pour le bétail, surtout après un traitement dû aux auteurs qui consiste à hydrolyser la cellulose par l'action de HCl à haute température.

SECTION DE SYDNEY

Séance du 14 Juillet 1909.

M. **A. M. Wright** a étudié *l'absorption de l'humidité de l'atmosphère par les laines.* 1° Cette absorption dépend de l'humidité relative de l'atmosphère; elle est d'autant plus forte que l'humidité relative est plus élevée; 2° la fibre de laine pure peut absorber 18 à 20 °/₀ de son poids d'humidité atmosphérique, mais cette quantité n'est pas suffisante pour rendre compte de l'absorption totale d'humidité par la fibre de laine normale sèche; 3° la graisse de laine naturelle est capable d'absorber environ 17 °/₀ de son poids d'humidité atmosphérique ; 4° le suint est très hygroscopique et peut absorber de 60 à 67 °/₀ de son poids d'humidité quand il est exposé à l'air; 5° la matière grasse autre que la graisse de laine naturelle a un effet retardateur sur la quantité d'humidité absorbée. De ces recherches découle la nécessité d'enlever autant que possible la graisse naturelle et le suint de la laine pour diminuer l'absorption d'humidité.

ACADÉMIE ROYALE DES LINCEI

Séances de Juillet et d'Août 1909.

1° Sciences mathématiques. — M. **E. Bertini** : Sur la théorie des modules de formes algébriques. — M. **G. Lauricella** : Sur l'intégration de l'équation $\Delta^{2i}U = 0$; sur l'équation intégrale de première espèce. — M. **S. Pincherle** : Sur quelques équations intégrales. — M. **A. Venturi** présente un rapport sur les résultats obtenus dans la quatrième campagne gravimétrique en Sicile. — M. **L.-S. da Rios** étudie le mouvement des filets vorticaux d'une forme quelconque.

2° Sciences physiques. — M. **M. Tenani** a étudié l'effet de la lumière ultraviolette sur la conductibilité des vapeurs d'hypoazotide ; il a reconnu que ce gaz, tandis qu'il rend plus facile la décharge de l'électricité positive, tend à empêcher la décharge de l'électricité négative. L'interposition d'une lame en verre sur le passage des rayons ultraviolets est suffisante pour faire disparaître tout phénomène. — MM. **C. Alessandri** et **F. Eredia** décrivent la marche diurne de la pression barométrique, de l'humidité relative et de la tension de la vapeur, aux Observatoires de la Cabane Marguerite et d'Alagna (Mont-Rose). — M. **F. Bottazzi** a fait des recherches expérimentales, dont il donne les résultats, sur le transport électrique du glycogène et de l'amidon en solution acide et alcaline; ces résultats diffèrent de ceux obtenus par Hardey, qui probablement se servait d'un matériel moins pur que celui de M. Bottazzi. — M. **A. Campetti** cherche à établir la mobilité des ions de didyme en solution aqueuse, dans le but de reconnaître si, par rapport à leur valence et à leur poids atomique, ils présentent une mobilité normale ou anormale. — M. **G. Pellini** décrit ses recherches, qui montrent que le soufre et le tellure ne peuvent former des composés entre eux, mais donnent naissance à des cristaux mixtes, par fusion et par solution. — Mme **Traube-Mengarini** et M. **A. Scala** donnent d'autres détails sur la solubilité des métaux à l'état colloïdal dans l'eau distillée bouillante, en remarquant que cette propriété de l'eau distillée s'étend à toutes les substances avec lesquelles l'eau vient en contact. Les deux auteurs ajoutent quelques observations sur l'innocuité des conduites en plomb où passe l'eau potable. — MM. **A. Angeli**, **V. Castellana** et **R. Ferrero** donnent communication de leurs recherches sur la décomposition de quelques sels d'argent. — M. **R. Ciusa** poursuit ses recherches sur les nitrodérivés aromatiques, et étudie les propriétés basiques des hydrazones. — MM. **R. Ciusa** et **U. Pestalozza** s'occupent des relations de l'α-benzalphénylhydrazone avec quelques substances azotées. — MM. **L. Mascarelli** et **A. Constantino** présentent plusieurs notes contenant leurs recherches sur les propriétés du cyclohexane comme solvant cryoscopique. — M. **F. Olivari** décrit ses travaux pour déterminer le poids moléculaire du sélénium dans une solution de chlorure mercurique fondu.

3° Sciences naturelles. — M. **F. Millosevich** décrit quelques formes nouvelles ou rares que présente la phosgénite de Monteponi en Sardaigne. — M. **A. Serra** transmet à l'Académie l'étude des minéraux suivants : barytine de Bonvei (Mara) et heulandite du col Ginargada (Villanova Monteleone). — M. **S. Scalia** donne la description de quelques fossiles qu'il a trouvés dans un gisement crétacé aux alentours de Troina, près de Catane. — M. **E. Carano** transmet ses observations sur l'accroissement secondaire de la tige des Monocotylédones ; il est impossible de pouvoir affirmer, quant à l'origine du méristème, que ce dernier appartient plutôt au cylindre central qu'à l'écorce, ou *vice versa.*

Ernesto Mancini.

Le Directeur-Gérant : Louis Olivier.

Paris. — L. Maretheux, imprimeur, 1, rue Cassette.

20e ANNÉE N° 22 30 NOVEMBRE 1909

Revue générale des Sciences pures et appliquées

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER, Docteur ès sciences.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. L. OLIVIER, 18, rue Chauveau-Lagarde, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et dans tous les pays étrangers y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Nécrologie

Cesare Lombroso (1836-1909). — Le célèbre professeur de Turin, qui vient de mourir, laisse une œuvre impérissable, une des plus originales et des plus fécondes qu'ait produites le XIXe siècle. Bien qu'il ait eu des précurseurs, surtout en France et en Angleterre (Broca, Morel, Maudsley, etc.), il n'en reste pas moins le véritable fondateur de l'Anthropologie criminelle. Malgré la caducité de ses conceptions fondamentales, on doit reconnaître, avec Taine, qu'il a ouvert une voie nouvelle et qu'à son instigation les découvertes se multiplièrent.

Cesare Lombroso naquit à Vérone; il fit ses études à Padoue, à Vienne et à Paris; il servit cinq ans comme médecin militaire pendant la guerre de l'Indépendance; il fut nommé en 1862 directeur du Manicome de Pavie, et en 1876 professeur de Médecine légale à Turin. Ses premières études sur le crétinisme attirèrent déjà l'attention. En 1871, par ses recherches expérimentales sur la farine de maïs verdéramé, il démontra l'origine de la pellagre et indiqua les moyens d'arrêter l'invasion du mal qui ravageait le Piémont. Il se spécialisa bientôt dans la psychiatrie et surtout dans la criminologie. La bibliographie de ses ouvrages sur ce sujet tiendrait plusieurs pages; citons seulement : *L'Homme criminel*; *La Femme criminelle et la Prostituée*; *Le Crime, causes et remèdes*; *Nouvelles recherches de Psychiatrie et d'Anthropologie criminelle*; *Les Palimpsestes des prisons*; *L'Antisémitisme*; *Le Crime politique et les Révolutions*; *Les Anarchistes*. Il inspira, en outre, quantité de travaux : il fut le maître incontesté de cette Ecole italienne dont l'influence rayonna partout à l'étranger et qui compte tant de noms illustres, parmi lesquels il nous suffira de rappeler ceux de Enrico Ferri, Garofalo, Morselli, Sergi, Marro, Carrarra...

Les conceptions du savant criminaliste sont aujourd'hui universellement connues; d'abord taxées de révolutionnaires, elles soulevèrent d'ardentes discussions. Nombre d'entre elles n'ont pas résisté à la critique, mais l'idée générale, la doctrine n'en renfermait pas moins une grande part de vérité qui a déterminé d'utiles modifications dans la jurisprudence.

Lombroso entreprit d'abord l'étude anatomique et physiologique d'un nombre considérable de criminels et de délinquants; puis il étendit ses recherches aux formes primordiales du crime chez le sauvage, l'enfant et l'animal. Les faits qu'il découvrit lui prouvèrent que « les crimes les plus horribles ont un point de départ atavique dans ces instincts animaux dont l'enfance nous offre un pâle reflet ». De l'ensemble des caractères observés il crut pouvoir conclure à l'existence d'un type spécial de criminel, type si accentué qu'il efface le type national. C'est le *criminel-né*, qui se distingue nettement du criminel d'occasion, du criminel-fou et de l'alcoolique.

Le criminel-né est voué au crime par son organisation : on le reconnaît à des signes anatomiques et physiologiques qui rappellent l'homme primitif et le sauvage. Tels sont, par exemple : la faible capacité cranienne, le front fuyant, les arcades sourcilières saillantes, le développement énorme des mâchoires, le prognathisme, les oreilles écartées et en anse, la chevelure touffue, la barbe rare, le nez irrégulier, la grande acuité visuelle, l'hypoalgésie, la paresse, l'impulsivité, l'imprévoyance, l'alternance du courage et de la lâcheté, la grande vanité, la susceptibilité, la violence et la fugacité des passions, l'habitude du tatouage, les jeux cruels, l'abus des gestes, la fréquence des onomatopées dans le langage. Il s'agit là de caractères ataviques qui se rencontrent chez 40 % des criminels.

Dans certains cas de crime féroce, l'atavisme peut aller plus loin et les anomalies du criminel reproduisent alors les caractères de certains animaux inférieurs. La longueur des bras et le pied préhensile rappellent les quadrumanes. La fossette occipitale médiane, si caractéristique du type criminel suivant Lombroso, se retrouve chez les rongeurs. On s'explique de la même manière la fréquence de la soudure de l'atlas avec l'occipital, la saillie de la dent canine, l'aplatissement du palais, la fréquence des côtes et des vertèbres surnuméraires, l'hypertrophie du cervelet et l'existence d'une morphologie spéciale des circonvolutions cérébrales. Certaines anomalies histologiques de l'écorce font remonter l'atavisme des criminels même jusqu'aux oiseaux.

Ces caractères ataviques se retrouvent en grand nombre chez les épileptiques. En outre, ceux-ci pos-

sèdent quelques caractères qui paraissent surtout pathologiques, tels que l'asymétrie exagérée, l'acrocéphalie, les dépressions craniennes, les traces de méningite. Or, ces signes s'observent également chez le criminel-né, qui réalise ainsi la fusion de l'élément atavique et de l'élément morbide épileptique.

Lombroso étendit sa théorie à *l'homme de génie*. Cette partie de son œuvre provoqua de vives polémiques. En voici la conclusion, basée sur une accumulation énorme de documents et de faits : « La fréquence et la multiplicité des délires, des caractères de dégénérescence et de la perte de l'affectivité, la dérivation et plus encore la descendance d'alcooliques, d'imbéciles, d'idiots, d'épileptiques, et surtout le caractère spécial de l'inspiration, montrent que *le génie est une psychose dégénérative du groupe épileptoïde*, conclusion qui se trouve confirmée encore par la fréquence d'une génialité temporaire parmi les fous, et par le groupe nouveau des *mattoïdes*, auxquels la maladie donne toutes les apparences extérieures du génie, sans la substance. » L'assimilation du génie à la folie apparaît aujourd'hui comme un paradoxe que Lombroso aurait évité s'il avait insisté davantage sur un point essentiel qu'il signale dans la préface de son livre : « Les hommes de génie, en même temps qu'ils ont une imagination ardente et primesautière, possèdent un grand sens critique qui s'exerce chez eux presque immédiatement, concurremment avec l'idéation créatrice. C'est le mélange de cet esprit critique avec l'esprit d'invention qui fait leur force...; l'étendue de leur pensée leur permet de corriger la fougue de leur imagination. » Ce sens critique fait, au contraire, entièrement défaut à l'aliéné.

L'homme de génie et le criminel-né de Lombroso n'ont plus actuellement qu'un intérêt historique. Séduit par des généralisations hâtives, Lombroso s'est trop appuyé sur des faits particuliers et quelquefois exceptionnels; il n'a pas toujours soumis ses documents à une critique suffisante, il s'est contenté parfois de mesures approximatives. Mais c'est le lot habituel des grands inventeurs de laisser des lacunes dans leur œuvre; il appartient aux disciples de la compléter et de la rectifier. Si des travaux postérieurs ont établi qu'il n'existe pas une parenté aussi étroite entre le crime et l'atavisme ou l'épilepsie, elles ont démontré, en revanche, la réalité d'un fait qu'on soupçonnait seulement avant Lombroso : la relation fréquente du crime avec la folie.

L'activité de Lombroso ne s'est pas bornée à des recherches spéculatives; après avoir étudié la cause du mal, il a proposé le remède. Ici encore l'exubérance de son imagination l'a conduit parfois à l'utopie. De longtemps encore on ne tentera pas d'utiliser un remède qui lui était cher et qu'il appela la symbiose. Il entend par là l'utilisation des criminels dans les travaux les plus en rapport avec leurs instincts ataviques : la guerre, par exemple, ou la chirurgie pour les homicides, la police ou le journalisme pour les escrocs. Hâtons-nous d'ajouter que Lombroso a présenté tout un ensemble de mesures prophylactiques et thérapeutiques du plus haut intérêt : moyens préventifs contre l'influence de la richesse et de la misère, lutte contre l'alcoolisme et contre la prostitution, institutions de prévoyance, méthodes d'éducation, placements à la campagne, création d'asiles spéciaux pour les aliénés criminels, détention perpétuelle pour les criminels-nés, etc. A la doctrine religieuse du péché, à la conception métaphysique du libre-arbitre, il oppose le droit de la défense et de la sécurité sociales. A la notion de responsabilité, il substitue celle de nocuité. Ces idées, si elles n'ont pas encore prévalu, n'en ont pas moins déterminé un mouvement d'opinion qui a profondément transformé, sinon la lettre, du moins l'esprit des institutions judiciaires et pénitentiaires.

Dépouillée des erreurs ou des théories subjectives qui ont pu s'y glisser, l'œuvre de Lombroso reste ainsi féconde en résultats. Novateur génial, il a complété l'œuvre de Pinel et élevé au rang de malades nombre de malheureux qui jusqu'ici n'inspiraient que le mépris. Philanthrope éclairé, il a eu le mérite de nous enseigner que le premier devoir social n'est pas de châtier, mais de prévenir et de soigner.

Dr P. Sérieux.
Médecin en chef des Asiles d'aliénés de la Seine.

§ 2. — Physique

Photographie d'éclairs ou d'étincelles. — Si, après avoir photographié une étincelle pas trop forte ou un éclair, on éclaire faiblement la plaque sensible avant de la développer, l'image vient comme une faible ligne sombre, disparaît ou vient en clair sur sombre, suivant la grandeur de l'illumination subséquente. Ce phénomène (effet Clayden) peut gravement troubler la photographie des éclairs, car l'image des décharges préliminaires, faibles mais caractéristiques, risque d'être effacée par la lumière réfléchie par les nuages. Au cours d'une étude sur la solarisation, M. B. Walter[1] a comparé à ce point de vue un certain nombre de plaques du commerce. Il a déterminé, au moyen d'un étalon Hefner, l'*illumination* b_0 nécessaire pour effacer l'impression; l'opacité s_0 correspondante de la plaque (échelle arbitraire de 1 à 10) et l'opacité s' après une illumination subséquente de 1,25 bougie-mètre-seconde. Voici un extrait de ses résultats :

	b_0	s_0	s'
Plaque Ilford (ordinaire)	1,25	1	4
— Agfa	2,5	4	6
— Ilford (à rayons X)	4	10	5
— Lumière Σ	5	8	8
— — (étincelle violette)	5	5	8
— — (étincelle bleue)	20	10	2

L'avantage de l'emploi des plaques Lumière saute aux yeux, et l'intensité particulière que prend le phénomène avec les plaques Ilford explique qu'il ait été découvert en Angleterre.

Les vitesses initiales des électrons engendrés par la lumière ultra-violette. — Après que les recherches de M. P. Lénard[2] eurent démontré l'existence d'un effet de résonance chez les électrons émis par une plaque métallique éclairée par la lumière ultra-violette, M. E. Ladenburg[3] a étudié plus profondément la nature de cet effet. Il a constaté que la vitesse maximum des électrons émis par un métal donné est directement proportionnelle au nombre de vibrations de la lumière incidente. Le même auteur, en collaboration avec M. Markau[4], a ensuite démontré que les vitesses de tous les électrons dégagés dans un intervalle donné du spectre se trouvent comprises entre d'étroites limites.

M. A.-W. Hull[5], dans un récent Mémoire, étudie ces mêmes phénomènes dans l'intervalle des rayons à courte longueur d'ondes découvert par Schumann. La source de lumière dont il se sert est un tube à décharges à âme capillaire, analogue au tube employé par M. T. Lyman dans ses recherches spectroscopiques. Ce tube, rempli, à environ 1 millimètre de pression, d'hydrogène ou d'acide carbonique, était fermé par une plaque de spath fluor. Les différentes longueurs d'ondes s'obtenaient en insérant différents écrans d'absorption entre le tube à décharges et la pile photo-électrique.

En mesurant l'énergie cinétique initiale des électrons intermédiaires entre $\lambda = 1.710$ et $\lambda = 1.230$ unités Angström, dégagés du charbon sous l'action de la lumière, l'auteur constate que la proportionnalité, découverte par Ladenburg, entre la vitesse initiale maximum des

[1] *Ann. der Physik*, t. XXVII, p. 94.
[2] *Ann. d. Phys.*, t. II, p. 359, 1900; t. VIII, p. 149, 1902.
[3] *Phys. Zeitschr.*, t. VIII, p. 590, 1907.
[4] *Id.*, t. IX, p. 821, 1908.
[5] *Id.*, t. X, p. 537, 1909.

électrons, c'est-à-dire la racine carrée de leur énergie cinétique initiale maximum, et le nombre de vibrations de la lumière génératrice, s'applique à ces courtes longueurs d'ondes, au degré de précision avec lequel cet intervalle du spectre est connu.

Ces résultats autorisent M. Hull à affirmer que, dans l'intervalle tout entier de $\lambda = 2.700$ à $\lambda = 1.230$ unités Angström, les vitesses initiales des électrons les plus rapides, dégagés par la lumière d'une fréquence donnée, sont proportionnelles à cette fréquence.

§ 3. — Chimie

L'action de l'émanation du radium sur les éléments du groupe du carbone. — On sait le retentissement considérable qu'ont eu, il y a deux ans, les expériences de Sir William Ramsay relatives à l'action de l'émanation du radium sur le cuivre. D'après le savant anglais, la quantité considérable d'énergie emmagasinée dans l'émanation produit une véritable *désagrégation* de l'atome de cuivre, qui est réduit en éléments de poids atomique moins élevé appartenant à la même famille dans la classification de Mendéléeff. En fait, Sir William Ramsay annonçait avoir trouvé, parmi les produits de l'action de l'émanation sur le cuivre, de faibles quantités de potassium, de sodium et de lithium. Mme Curie, qui a repris ces expériences, n'a pu, il est vrai, les confirmer, et a signalé certaines causes d'erreurs dans le mode opératoire du savant anglais; mais Sir William Ramsay a recommencé son travail en se mettant à l'abri des critiques de Mme Curie et il a maintenu intégralement ses conclusions. En même temps, il se préoccupait de généraliser sa découverte, en l'étendant à d'autres familles naturelles, et il vient de faire paraître, sur ce sujet, une communication[1] qui ne cède en rien, en intérêt, à ses précédents travaux.

Sir William Ramsay s'est adressé, cette fois, à un certain nombre d'éléments de la famille du carbone : Si, Ti, Zr, Th, Pb; si son hypothèse est exacte, ceux-ci, sous l'influence de l'émanation, doivent se désagréger et donner des éléments plus simples de la même famille, en particulier du carbone.

Voici exactement le mode opératoire suivi par l'auteur et son collaborateur, M. F.-L. Usher : L'émanation est pompée, avec le gaz tonnant qui l'accompagne, d'une solution de bromure de radium contenant 0 gr. 211 de radium métallique. Le gaz produit dans le cours d'une semaine s'élève à environ 25 centimètres cubes et contient 0,0912 centimètre cube d'émanation. Après explosion du gaz tonnant, il reste environ 1/2 centimètre cube; celui-ci est recueilli dans un petit tube en verre recouvert de potasse caustique fondue. Au bout d'une heure, le gaz, débarrassé d'acide carbonique, est introduit dans un flacon de verre où l'on a fait le vide et qui contient la solution à soumettre à l'action de l'émanation. Le contenu du flacon a été abandonné pendant quatre semaines, temps au bout duquel l'énergie de l'émanation est complètement épuisée. Les gaz sont alors pompés et analysés.

Or, parmi ces gaz, on a trouvé constamment du carbone sous forme d'anhydride carbonique ou d'un mélange d'anhydride carbonique et d'oxyde de carbone. Voici la quantité de carbone produite aux dépens des diverses solutions par un millimètre cube d'émanation :

	CARBONE (MGR.)
Solution de H^2SiF^6	0,318
— $Ti(SO^4)^2$	0,982
— $Zr(AzO^3)^4$ { I.	1,071
— $Zr(AzO^3)^4$ { II.	0,873
— $Th(AzO^3)^4$ { I.	2,93
— $Th(AzO^3)^4$ { II.	0,968
— $Pb(ClO^3)^2$	0,102

[1] *Berichte der deutsch. chem. Ges.*, t. XLII, p. 2930.

Sir W. Ramsay et M. Usher concluent que les éléments du groupe du carbone, sans exception, fournissent des composés du carbone après action de l'émanation. Les quantités produites ne sont pas identiques; il semble que les éléments qui possèdent un poids atomique élevé sont généralement désagrégés plus facilement que ceux d'un poids atomique faible. Le plomb seul ferait exception à cette règle et serait spécialement stable.

Des expériences analogues sur les composés d'autres éléments sont en cours d'exécution; mais, dès à présent, il semble bien que la désagrégation de l'atome chimique sous l'influence de l'émanation est un fait définitivement acquis à la science.

§ 4. — Physiologie

L'effet de la lumière sur les matières colorantes du sang et les corpuscules rouges. — Dans un Mémoire présenté à l'Académie Royale des Sciences de Copenhague, M. K. A. Hasselbalch vient d'exposer les recherches qu'il a faites sur ce sujet, dans le laboratoire de l'Institut Finsen. Partant de la démonstration, fournie par un travail antérieur, que l'action des rayonnements ultra-violets diminue le pouvoir d'absorption et de dégagement du sang vis-à-vis de l'oxygène, il détermine la nature et les conditions de cet effet lumineux, et d'autres analogues, sur quelques dérivés de l'hémoglobine. Dans la seconde partie de son travail, il recherche les effets hémolysants de la lumière, effets récemment découverts par d'autres auteurs. Dans une troisième partie, il recueille de nouvelles observations relatives à l'action de plusieurs sensibilisateurs photo-biologiques sur les matières colorantes du sang et les corpuscules, en l'interprétant par une théorie nouvelle.

L'auteur se sert exclusivement de sang de bœuf défibriné frais ou des corpuscules purifiés qu'on en retire, ainsi que de solutions d'oxyhémoglobine. Il emploie comme source lumineuse une lampe à vapeurs de mercure, système Kromayer. Cette lampe, alimentée par un courant d'environ 3,6 ampères, sous une tension de 120 volts, entre les bornes, rend une lumière d'une constance remarquable, comportant les rayons intermédiaires entre 600 et 220 $\mu\mu$. En insérant devant la fenêtre de quartz de cette lampe une plaque soit de verre ordinaire, soit de verre Uviol, on élimine dans certaines expériences les rayons ultra-violets extrêmes (de 310 à 220 et de 250 à 220 $\mu\mu$ respectivement).

Il résulte de ces expériences que la matière colorante naturelle du sang se convertit, sous l'action de la lumière, en méthémoglobine, qui se dédouble ultérieurement, par exemple en hématine. La condition nécessaire à l'établissement de cette réaction est la présence d'oxygène, l'hémoglobine réduite étant résistante à la lumière. Ces effets s'observent dans le cas des rayons de longueurs d'onde supérieures ou inférieures à 310 $\mu\mu$, mais avec une prépondérance marquée pour ces dernières.

La formation de méthémoglobine, qui a lieu dans une mesure constante, que l'oxyhémoglobine soit contenue dans les corpuscules ou qu'elle se trouve en solution, suit, quant aux durées d'éclairage, la formule des réactions monomoléculaires.

Dans le vide, la méthémoglobine exposée à un éclairage se transforme en hémoglobine réduite; dans l'obscurité, l'oxygène scindé produit la formation d'oxyhémoglobine.

L'hématine est réduite par la lumière en hémochromogène; dans l'obscurité, l'hématine se reforme.

L'hémoglobine oxycarbonée subit sous l'action de la lumière une conversion partielle en hémoglobine réduite; dans l'obscurité, l'hémoglobine oxycarbonée se reforme.

Les corpuscules du sang se dissolvent sous l'action de la lumière, à l'air aussi bien que dans le vide, lu plus fortement pour les rayons d'une longueur d'onde

inférieure à 310 μμ, mais à un degré appréciable aussi pour les rayons visibles.

En ajoutant des sensibilisateurs chromatiques, on accélère à l'air libre l'ensemble des réactions lumineuses étudiées par l'auteur; dans le vide, on n'accélère que les réactions dégageant de l'oxygène. Le rôle du sensibilisateur consiste à être une substance facilement oxydable qui absorbe la lumière.

§ 5. — Enseignement

La « Carnegie Institution » de Washington. — La *Carnegie Institution* est une sorte d'Université supérieure, Université sans étudiants, complétant toutes les autres Universités.

Elle fut fondée en 1902 par M. Andrew Carnegie, qui confia 10 millions de dollars (50 millions de francs) à un Comité de savants présidé par M. le Dr Daniel C. Gilman; ce savant venait de résigner ses fonctions de président de la Johns Hopkins, la grande Université de Baltimore, l'une des plus importantes des Etats-Unis, et même du monde entier.

Pendant deux ans, le Comité prépara le plan et le programme de l'Université, et, en 1904, la *Carnegie Institution* fut « incorporée » par le Congrès, ou Parlement fédéral; cela équivalait à la reconnaissance d'utilité publique.

Après ces deux premières années passées à installer l'Université, M. le Dr Gilman se retira, étant trop fatigué; le Comité appela alors à sa présidence un savant également autorisé, M. Robert S. Woodward, qui était alors doyen de la Faculté des Sciences et professeur de Mécanique et de Physique mathématique à l'Université Colombienne. Avant d'occuper cette fonction de professeur, M. Woodward avait appartenu au Service fédéral des Lacs, au Service géologique fédéral, et au Service fédéral des Côtes et de la Géodésie. C'était donc un homme plein d'expérience administrative, en même temps qu'un savant. Il devait mener à bien le projet de M. Carnegie.

L'Institution fut organisée sur le principe suivant : toutes les fois qu'un homme, présentant des garanties suffisantes, viendra soumettre au Comité directeur un projet de recherches spéciales qui ne peut être mené à bien (pour une raison quelconque) dans une des Universités existantes, la *Carnegie Institution* ouvrira ses portes à ce travailleur. Elle lui fournira laboratoire, instruments et appareils, chauffage et éclairage, matières premières, personnel auxiliaire, et, qui plus est, une pension lui permettant de vivre honorablement pendant tout le temps que dureront ses recherches, afin qu'il n'ait pas à s'occuper de gagner sa vie.

Bien entendu, les projets présentés sont soumis à l'examen d'autorités compétentes; l'intéressé a toute latitude pour exposer ses idées, les défendre; si le projet est agréé, le chercheur commence son travail par une période d'essais, dont la durée varie selon le genre de travaux. Cette manière de faire évite tout mécompte à l'intéressé et à la caisse de l'Institution.

La publicité des travaux exécutés dans les laboratoires de l'Institution est assurée par des périodiques édités par l'établissement.

Un exemple, entre mille, de la générosité de la Carnegie: en une année, on a versé 19.000 dollars à M. Luther Burbank, le célèbre botaniste, pour ses expériences d'horticulture, et 100.000 dollars à divers chercheurs, pour des travaux sur la Physique du Globe, sur la nutrition, sur la Physique solaire.

Mais la *Carnegie Institution* ne se borne pas à accueillir les travailleurs dans les locaux dont elle dispose; si cela est nécessaire, elle n'hésite pas à faire construire de nouveaux laboratoires; ce ne sont pas, évidemment, de luxueuses constructions qu'elle érige ainsi, mais quelque chose d'éminemment pratique, peu durable, et répondant à tous les besoins du travailleur qui l'a demandé. On a ainsi aménagé souvent des laboratoires à outillage spécial, des serres, des observatoires, des ateliers, des écuries ou des étables pour des animaux d'expériences, etc.

Le centre administratif et les principaux édifices de l'Institution sont à Washington; mais il y a des annexes un peu partout, suivant le besoin.

A Washington, dans le quartier Nord-Ouest, à l'angle de la rue P et de la 16e rue, se trouve une très belle construction à trois étages, en liais gris et granit bleu, œuvre des architectes Carrère et Hastings, de New-York. C'est le centre de la *Carnegie*. On y trouve toutes les salles des commissions spéciales, la salle du Conseil des *trustees* ou administrateurs, et un vaste *auditorium*, amphithéâtre où se font des conférences publiques sur l'actualité scientifique. C'est là également que s'emmagasinent et se vendent toutes les publications de l'Institution.

A Tumamoc Hill, près de Tucson, dans l'Arizona, on a installé le *Laboratoire de Botanique désertique*; c'est le seul établissement de ce genre dans le monde. On étudie là les conditions de développement, de reproduction, de distribution, de migration et de variation de la flore du désert. Ce laboratoire, ou plutôt cette « station », comprend de nombreuses et très grandes serres, de vastes laboratoires, d'énormes jardins et champs d'expériences; en tout, il occupe une superficie de 350 hectares. On y étudie notamment l'acclimatation des autres flores. Cette station a pour directeur le Dr Daniel T. Macdougal, ancien directeur du Jardin botanique de New-York.

La station a pour annexes des plantations expérimentales de flore alpestre dans les montagnes de Santa Catalina, qui sont peu distantes; ces plantations se font à 2.000 ou 3.000 mètres d'altitude.

Le résultat de tous ces travaux sera une meilleure mise en valeur du sol de la région.

Ce laboratoire a été fondé en 1904, et ses publications ont une telle valeur qu'il a déjà fallu en réimprimer une seconde édition.

Le *Département de l'Evolution expérimentale*, qui étudie, sur les plantes et sur les animaux, les problèmes de l'hérédité, de l'hybridisation, de la mutation, etc., possède à Cold Spring Harbor, près de New-York, un laboratoire biologique, une ferme, des champs de culture, etc. Le directeur est M. le Dr Charles B. Davenport, ancien professeur de Zoologie à l'Université de Chicago. Ce laboratoire a été inauguré officiellement en 1904, sous la présidence de M. le Professeur Hugo de Vries.

Quelquefois, les travaux exécutés dans ce laboratoire empruntent la collaboration de la Station biologique, toute voisine, de l'Institut de Brooklyn, et celle du Jardin botanique de New-York.

Il existe un *Laboratoire de Biologie marine*, dans l'île Tortugas, près de la côte de la Floride; le directeur en est M. Alfred G. Mayer. Dans ce laboratoire, on étudie surtout la faune marine du golfe du Mexique et de la mer des Caraïbes, ainsi que celle de la portion tropicale du Gulf-Stream.

Cette station possède des habitations démontables, pour les savants étrangers qui veulent venir étudier sur place cette partie de la Biologie. Toutes les Universités américaines et plusieurs Universités d'Europe ont eu de leurs membres qui ont travaillé là; c'est ainsi que M. le Dr Robert Hartmayer, directeur du Muséum zoologique de Berlin, a fait une saison de deux mois, pendant l'été de 1907, sur les côtes de la Floride.

Sur une colline voisine de Washington, et bien isolé cependant, s'élève le *Laboratoire de Physique du Globe*, qui comprend un vaste bâtiment de trois étages. Cette construction, inaugurée en 1906, a coûté, installation comprise, 150.000 dollars (750.000 fr.). Le directeur de la station est M. le Dr Arthur L. Day.

Un détail, qui montrera que les institutions de la *Carnegie* jouissent d'une grande réputation : c'est à ce laboratoire de Physique du Globe que M. le Dr George F. Becker a fait ses recherches, *pour le Service géolo-*

gique fédéral, sur l'élasticité et la plasticité des minéraux.

Le *Département du Magnétisme terrestre* est situé à Washington, mais il possède un grand yacht (le *Galilée*) sur lequel on fait des études dans toutes les régions de l'Océan Pacifique.

Le directeur de ce laboratoire ambulant est M. le Dr L. A. Bauer. Les travaux fournis par ce département ont eu pour résultat que le Service hydrographique de la Marine fédérale a substitué à ses propres « cartes magnétiques » du Pacifique celles dressées par les savants de la *Carnegie Institution*. Ce laboratoire a d'ailleurs dressé des cartes magnétiques pour toute l'Amérique du Nord, et il poursuit, en ce moment, le même travail pour l'Afrique.

Le *Département d'Astronomie méridienne* est installé à Albany, capitale de l'Etat de New-York. Le directeur est M. le Dr Lewis Boss, ancien directeur de l'Observatoire Dudley. Dans cet observatoire, on travaille à l'établissement de la carte du ciel pour tous les astres des sept premières grandeurs et, en attendant, on a établi un catalogue préliminaire dans lequel est déterminée la situation de plus de six mille étoiles.

La *Carnegie Institution* projette l'installation d'une station semblable dans l'hémisphère austral.

Un *observatoire pour l'étude du Soleil* a été construit sur le mont Wilson, en Californie, à deux mille mètres d'altitude. Le directeur de cet observatoire est M. le Dr George E. Hale, ancien directeur de l'Observatoire Yerkes, à l'Université de Chicago. On y étudie la constitution du Soleil, les radiations solaires, l'évolution des nébuleuses, etc.

Un *Laboratoire d'étude de la Nutrition*, dirigé par M. le Dr Francis G. Benedict, a été construit en 1906 à Boston. Son édification seule a coûté 100.000 dollars. Ce laboratoire a été installé près de l'Ecole de Médecine et de l'Hôpital-Ecole de l'Université Harvard. Le Dr Benedict y étudie les résultats physiques et chimiques que les divers genres d'alimentation, les quantités et qualités d'aliments, peuvent donner sur des sujets des deux sexes, de tous âges, de toutes professions et conditions sociales, chez les malades ou chez les normaux. MM. R. H. Chittenden et L. B. Mendel y travaillent des questions de Chimie physiologique, et M. T. B. Osborne étudie plus spécialement l'alimentation des végétaux.

Puis, l'Institution Carnegie a créé un *Département des Recherches historiques*, sous la direction de M. J. Franklin Jameson. D'infatigables chercheurs accumulent là les matériaux d'une énorme bibliothèque historique, et y rédigent les catalogues des bibliothèques publiques et des archives nationales, municipales, régionales, etc., de tous les pays du monde; ils y préparent des « dossiers » ou catalogues spéciaux permettant à tout chercheur de savoir où se trouvent tous les documents possibles qu'il doit consulter pour l'étude de telle époque ou de tel pays. Merveilleuse institution, qui rendrait de réels services à tous les savants et à la Science, si elle se généralisait.

Les travaux du catalogue sont déjà très avancés pour tout ce qui concerne la France, la Grande-Bretagne, le Mexique et l'Amérique du Nord avant le XIXe siècle. Un très grand nombre d'érudits et de Sociétés savantes ont déjà eu recours aux collections du Département des Recherches historiques, qui est unique au monde, il est à peine besoin de le dire.

Ce département publie déjà une *American Historical Review*, et MM. Claude van Tyne et Waldo G. Leland y ont publié un *Guide des Archives fédérales des Etats-Unis* qui en est à sa seconde édition.

La *Carnegie Institution* a également créé un *Département des Sciences économiques et sociales*, qui est dirigé par M. Carroll D. Wright, l'ancien directeur du Bureau fédéral du Travail. (On sait que M. Carroll Wright est le véritable créateur des ministères ou offices du travail tels qu'ils existent actuellement dans le monde entier.) Dans ce département, on exécute le même travail, pour la Sociologie et les questions économiques, qu'au Département des Recherches historiques. *185* personnes travaillent à recueillir les documents nécessaires pour établir l'histoire économique des Etats-Unis; on y prépare, en outre, un ouvrage comprenant un volume spécial à chaque Etat, District ou Territoire; plusieurs de ces volumes ont déjà paru. Et les cent quatre-vingt cinq travailleurs, de rédiger mémoires et monographies, qu'ils adressent aux Sociétés savantes ou aux Revues.

En dehors des travaux se rattachant à des sections spéciales, il faut mentionner encore d'autres résultats :

MM. H. O. Sommer et Charles W. Hodell font et publient des recherches sur la période légendaire de l'histoire britannique, et notamment sur l'époque du roi Arthur;

M. le Dr Ewald Flügel vient de publier un lexique de l'anglais du moyen âge;

M. W. F. M. Goss fait des recherches sur les locomotives à haute pression;

M. W. F. Durand étudie les hélices;

L'Institution envoie à ses frais des archéologues pour faire des études à Rome et à Athènes;

Elle a pris à sa charge la publication des travaux de la Commission californienne d'enquête sur le grand tremblement de terre qui bouleversa San-Francisco, il y a quelques années;

Elle édite le Traité de Météorologie et Hydrologie dynamiques de deux professeurs de l'Université de Christiania, MM. V. Bjerknes et J. W. Sandström;

De même, elle publie le colossal Rapport de la Mission d'études géologiques envoyée en Chine, sous la direction de M. Bailey Willis, par le Service Géologique fédéral.

L'Institution a, en outre, tout un ensemble de publications : L'exploration archéologique et géographique du Turkestan, par M. Raphaël Pumpelly; les tortues fossiles de l'Amérique du Nord, par M. le Dr O. P. Hay; les sceaux antiques de l'Asie occidentale, par M. le Dr William Hayes Ward.

Le Muséum médical de l'armée, à Washington, publiait annuellement un *Index Medicus*, répertoire de toutes les publications mondiales concernant la Médecine. Après quelques années, la publication fut suspendue, comme trop onéreuse pour la Société; la *Carnegie Institution* a repris le travail à son compte, et, depuis l'année 1903, elle dépense annuellement pour cela 12.500 dollars (62.500 francs).

Citons encore deux travailleurs auxquels l'Institution a ouvert ses portes : M. T. C. Chamberlain, qui étudie les « problèmes fondamentaux de la Géologie », et M. T. W. Richards, qui s'occupe des « poids atomiques ».

Enfin, l'Institution subventionne la Station zoologique de Naples!...

Rien que pour l'année 1907, l'Institution a publié 38 volumes, contenant 3.428 pages in-4°, et 6.284 pages in-8°; elle a dépensé, de ce chef, 65.359 dollars (326.795 francs).

Le service gratuit de toutes les publications de la Carnegie est fait aux principales bibliothèques de tous les pays; le reste est vendu au prix de revient.

Il est évident que les dix millions de dollars du début sont épuisés depuis longtemps; M. Carnegie en a versé bien d'autres depuis! Le budget de l'Institution, pour le temps écoulé du 1er janvier 1904 au 31 décembre 1907, accuse une dépense de 2.140.864 dollars (10.704.320 fr.) rien que pour le département des Recherches historiques.

Tel est l'exposé des services immenses que l'initiative privée rend, dans le domaine scientifique, à l'Amérique et aussi au monde.

Mme L. Chaboseau-Napias.

L'ACTION THÉRAPEUTIQUE DU RADIUM SUR LE CANCER

Depuis plusieurs années, j'ai entrepris, d'abord seul[1], puis avec la collaboration constante et précieuse du Dr Degrais, l'étude de l'action thérapeutique du radium sur divers tissus pathologiques et plus spécialement sur les tumeurs malignes de nature cancéreuse.

Quelques-uns des résultats heureux que j'ai obtenus ont particulièrement intéressé ceux qui ont pu les observer, et récemment diverses sociétés savantes m'ont demandé de les leur exposer. Aussi bien, la question est devenue toute d'actualité, et il est intéressant de constater qu'à l'heure où le fléau du cancer augmente très certainement et exerce partout ses ravages, un moyen nouveau de le combattre est venu prendre position aux côtés de la chirurgie, de la roentgénothérapie (rayons X), de la fulguration (étincelle électrique), etc.

Dans quelle mesure? C'est ce qu'il convient de préciser, car il faut se garder de toute exagération incompatible avec un bon esprit scientifique; telle est précisément la mise au point que le Directeur de cette *Revue* m'a prié d'établir.

Tout d'abord, il faut être bien averti de ce que signifie le terme de « cancer ».

Pris dans le sens le plus large, il exprime toute une série de tumeurs fort différentes les unes des autres, mais dont la malignité, ou l'évolution toujours croissante, ou le caractère rebelle constituent l'un des traits communs.

Il y a des épithéliomes, des carcinomes, des sarcomes, des lymphosarcomes, des lymphadénomes, des mycosis fongoïdes, etc., toutes tumeurs qui ont leur marque spéciale et une offensive spéciale. Elles peuvent siéger, selon leur nature, en tous les points de l'organisme, être facilement ou difficilement accessibles, atteindre des organes essentiels ou des tissus d'importance vitale secondaire.

A la peau, il faut les considérer depuis leurs formes les plus simples, comme les verrues ulcérées ou les croûtes des vieillards, depuis les épithéliomas simples jusqu'aux formes les plus graves et les plus malignes.

Elles peuvent rester longtemps tout à fait localisées et progresser avec une extrême lenteur, ou, au contraire, intéresser dès leur apparition les vaisseaux lymphatiques correspondants et envahir rapidement les ganglions. Parfois, même on assiste très vite à une infection générale.

Et voilà déjà que cette description, bien que singulièrement ébauchée et réduite, laisse entrevoir la difficulté de la lutte à soutenir et l'improbabilité de la découverte d'un moyen véritablement curatif qui, à lui seul, répondra dans tous les cas à toutes les conditions requises.

Le radium a-t-il une action élective spéciale sur les tissus cancéreux? Jusqu'à quelle profondeur cette action se manifeste-t-elle? Quels sont enfin les résultats pratiques de l'emploi du radium? Telles sont les diverses questions qu'il s'agit d'analyser.

Voyons d'abord quelle est l'arme dont la radiumthérapie se sert.

I. — Instrumentation.

L'instrumentation joue un rôle considérable; de fait, c'est seulement lorsqu'elle s'est perfectionnée, lorsqu'elle nous a rendu possible la mesure de l'énergie utilisée, nous permettant par cela même de sortir de l'empirisme pur, lorsqu'elle a mis entre nos mains une quantité suffisante de radio-activité, que des progrès rapides ont pu être accomplis[1].

Tant qu'on n'opérait qu'avec des quantités de radium minimes, on ne pouvait atteindre que des lésions de surface et de petite étendue; aujourd'hui on peut disposer d'appareils nombreux, de formes différentes, quelques-uns contenant jusqu'à 10 centigrammes de radium pur[2].

Le degré d'intensité de la source radio-active a une grande importance, ainsi que nous le montrerons, et il est à souhaiter qu'on puisse disposer dans un avenir prochain de plusieurs grammes de radium; on possédera dès lors une énergie thérapeutique incomparable.

Les appareils se présentent sous deux types différents : les uns contiennent le sel de radium à leur surface, où il se trouve *fixé* par un vernis spécial;

[1] Les premiers travaux faits (1905) dans mon service à Saint-Lazare ou dans ma clinique furent la base (1906) de la création du Laboratoire biologique du Radium de Paris, premier centre existant pour l'étude thérapeutique du radium, où collaborent des laboratoires de Physique, de Chimie et de Pathologie, et d'où est né l'essor radiumthérapique actuel.

[1] En mars 1905, M. Armet de Lisle mit à ma disposition, pour une première étude, huit appareils de construction nouvelle dont le radium provenait de son usine de Nogent-sur-Marne; ces appareils représentaient, dans leur ensemble, une force radio-active considérable.

[2] Malgré le prix fort élevé du milligramme de bromure de radium pur, il n'est plus invraisemblable de parler d'appareils contenant 10 ou 20 centigrammes de ce sel; l'industrie française a résolu le problème et l'on peut maintenant, dans un but pratique, agir sur des cancers avec 30 ou 40 centigrammes de radium pur, en combinant l'action de plusieurs appareils.

ce sont les appareils à vernis radifères; les autres sont sous forme de tubes.

1. *Appareils à vernis radifère.* — Ces appareils peuvent être construits selon toutes les formes et les dimensions qu'on juge nécessaires. L'un d'eux[1], par exemple, est en forme de clou ou de champignon; il s'adapte à l'utérus, de façon à couvrir le col tout en pénétrant dans la cavité, et permet ainsi le traitement des cancers de l'utérus. Un autre est une lame plate qui s'introduit aisément sous les paupières pour traiter les cancers de la muqueuse et du rebord palpébral. D'autres ont une forme sphérique ou cylindrique; d'autres, enfin, sont plats, de petites ou de grandes dimensions, et projettent la radio-activité d'une façon homogène sur une grande surface; ils peuvent être superposés, ou juxtaposés, ou opposés les uns aux autres de façon à couvrir et à inonder de radio-activité de larges tumeurs comme les cancers du sein, par exemple, ou les cancers du cou, etc.

Ces appareils peuvent être fixés sur un manche qui permet de les appliquer au fond de cavités, telles que le vagin, la bouche (amygdales, pharynx, etc.).

2. *Appareils tubes.* — D'autres appareils sont tout différents. Ce sont des tubes de petit diamètre dans lesquels le sel de radium est enfermé *à l'état libre*, comme des grains de blé dans un sac. Ces tubes peuvent être introduits dans les fissures, les fistules. Ils peuvent être véhiculés par le moyen d'un cathéter, ou sonde en caoutchouc creuse, à travers des orifices naturels (bouche, œsophage, rectum, canal de l'urètre) ou à travers des orifices artificiels (ouverture de l'abdomen, anus contre nature, etc.), pour être placés au contact des tumeurs profondes (cancers de la prostate, du rectum, des intestins, etc.).

Ces tubes, enfin, peuvent être introduits dans l'intérieur même des tumeurs, à la faveur d'incisions chirurgicales (Procédé Morton et Abbé).

Tous ces appareils peuvent être soit tenus à la main, soit fixés avec des bandes, et, comme ils ne déterminent pas de douleur, ils peuvent, sans incommoder[2] rester en place un temps plus ou moins long, voire même des nuits entières.

Ces appareils, à vernis ou tubes, varient d'énergie, cela va de soi, selon la quantité et l'intensité du sel de radium qu'ils contiennent.

Le radium pur est 2.000.000 de fois plus actif que l'uranium pris pour unité de mesure; on peut l'incorporer aux appareils à l'état pur ou mélangé à moitié, au quart, au vingtième ou plus encore, avec un sel de baryum.

L'instrumentation se présente sous une autre forme, peu utilisée encore il est vrai, mais appelée à un avenir très certain : elle met en valeur *le gaz-émanation* dont il sera parlé plus loin.

En effet, les sels de radium peuvent être incorporés à des substances injectables, ingérables; et des tumeurs ont pu être influencées par des sels injectés dans leur intérieur. Nous ne voulons pas insister sur ce côté de la radiumthérapie, car le moment n'est point encore venu de pouvoir lui consacrer une analyse suffisamment complète.

Ce rapide exposé montre que l'instrumentation jouit de qualités précieuses, entre autres la *variété*, la *souplesse* et la *commodite*.

II. — L'énergie radio-active.

En quoi consiste l'énergie qui sort de ces appareils ?

Le bromure de radium, une fois extrait de la pechblende ou oxyde d'uranium (Bohême, Hongrie, Saxe, Turquie, Suède, Canada, Colorado, etc.), de l'autunite ou phosphate double d'uranium et de calcium (Autun, Auvergne, Portugal, Tonkin), de la chalcolite ou phosphate double d'uranium et de cuivre (Autun, Auvergne, Saxe, Portugal), de la carnotite ou vanadate d'uranium (Utah, Etat-Unis), de la thorianite ou oxyde d'uranium et de thorium (Ceylan), de la pyromorphyte ou phosphate de plomb (Issy-l'Evêque en Saône-et-Loire)[1], a tout d'abord une couleur jaunâtre. Ce sel n'a pas au début toute son énergie. Chose curieuse, *il prend spontanément de la « maturité »* dans les trois mois qui suivent. Sa radio-activité, faible d'abord, devient plus énergique, pour atteindre peu à peu avec le temps son maximum d'intensité; il est alors passé au brun foncé. Aussi bien un appareil fraîchement préparé ne possède-t-il sa pleine énergie qu'après quelques mois.

L'énergie radio-active provient de l'émission d'un gaz appelé *émanation* et d'un rayonnement *invisible*

a) *Emanation.* — Nous ne parlerons pas de l'emploi thérapeutique de ce gaz, cet emploi n'ayant

[1] Présentation d'un appareil radio-utérin par le Dr Wickham au Congrès de Médecine; Genève, septembre 1908.

[2] Si ce n'est par leur poids, lorsqu'on emploie les filtres épais de 1, 2 et 3 millimètres de plomb.

[1] A l'usine Armet de Lisle, la seule qui, à ce jour, se soit spécialisée pour l'extraction des substances radio-actives, on traite la plupart de ces minerais, et spécialement les résidus qui proviennent des fabriques d'uranium, pour en extraire les sels de radium, d'actinium, etc., sous forme de bromures, de chlorures ou de nitrates, sels solubles, ou sous forme de sulfates et de carbonates, sels insolubles. — Les principaux corps radio-actifs qui y sont actuellement étudiés sont l'uranium et le thorium, métaux connus depuis longtemps, le radium et le polonium (découverts par Curie et Mme Curie, 1898-1900), l'actinium (M. Debierne), le radiothorium (MM. Ramsay et Hahn).

pas encore été suffisamment étudié ; seulement, il faut savoir qu'il remplit, dans les appareils qui servent à l'utilisation des rayons invisibles, un rôle fondamental et fort intéressant. L'émanation a la propriété de conférer à tous les corps qu'elle frappe une radio-activité d'emprunt (*radio-activité induite*). Enfermée dans les tubes ou dans le vernis des appareils, elle y reste concentrée, car elle *ne possède aucun pouvoir de pénétration* et ne traverse pas les corps; elle s'y accumule, radio-active toutes les particules qu'elle touche; et, comme le rayonnement invisible, qui, lui, peut traverser les parois et en partie s'échapper, est le résultat de la désagrégation de cette émanation, au fur et à mesure de la déperdition qui résulte de l'échappement du rayonnement, le gaz-émanation, qui se reproduit sans cesse, rétablit la radio-activité.

Aussitôt après la construction d'un appareil, la production de ce gaz est considérable et l'échappement des rayons très faible, puis un *équilibre radio-actif* s'établit entre la production et la perte d'émanation, traduite elle-même par l'émission du rayonnement. A ce moment, la production du rayonnement est stable, l'appareil a acquis sa maturité.

b) *Rayonnement.* — Le rayonnement invisible[1] est composé de trois sortes de rayons appelés α, β et γ.

Rayons α : Les rayons α sont composés d'atomes matériels extrêmement ténus, ayant un volume comparable à celui de l'atome d'hydrogène. Ils sont émis avec une vitesse égale au vingtième de la vitesse de la lumière et sont spontanément chargés d'électricité positive.

Rayons β : Les rayons β sont des électrons, c'est-à-dire des particules électro-magnétiques tenant le milieu entre la matière et l'éther, et chargés spontanément d'électricité négative. Ces particules forment un groupe hétérogène, c'est-à-dire qu'elles varient des unes aux autres par leurs dimensions et leur vitesse de translation, et, comme conséquence, par leur pouvoir de pénétration.

Les rayons β les moins rapides et les moins ténus sont plus ou moins comparables par leur pouvoir de pénétration aux rayons α : ce sont les β *mous*.

D'autres rayons, appelés β *durs*, sont composés de particules dont la ténuité est extrême (2.000 fois moindre que celle des atomes d'hydrogène) et la vitesse voisine de celle de la lumière; ils sont, en conséquence, extrêmement pénétrants.

Enfin, entre les β mous et les β durs sont les β *moyens*[1].

Rayons γ : Les rayons γ sont de tout autre nature ; ils n'ont absolument rien de matériel; ils consistent en une vibration de l'éther de même ordre que les ondes hertziennes, la lumière, et les rayons X, et ont une vitesse égale à celle de la lumière.

Il était important de connaître la constitution de ces rayons, car l'explication du passage à travers les corps, qui joue en thérapeutique un rôle primordial, en découle tout naturellement. — Ce passage se fait d'autant plus aisément que l'élément est plus petit et plus rapide : les α et les β mous auront donc un pouvoir de pénétration moindre; les β moyens traverseront plus facilement; les β durs auront un pouvoir de pénétration allant jusqu'à traverser 1 et 2 millimètres d'épaisseur de plomb. Les γ, dont les vibrations se propagent aisément dans l'éther qui empreint tous les corps, auront un pouvoir de pénétration extrême (5 à 10 centimètres de plomb).

III. — Méthode du filtrage thérapeutique et aperçu des techniques.

On conçoit que ce pouvoir de pénétration permette aux rayons de traverser le vernis des appareils et la paroi des tubes; mais les rayons qui, après ce passage, seront utilisables pour la thérapeutique auront été l'objet d'une sélection; plus les corps à traverser formant filtres seront épais, plus les rayons qui auront pu filtrer seront pénétrants.

Si, pour la thérapeutique, on était réduit à utiliser les appareils tels qu'ils sont fabriqués, ce qui était le cas avant l'application du filtrage thérapeutique, on n'aurait pour chacun d'eux qu'une radiation donnée, toujours la même; il était intéressant de parvenir à faire varier la valeur quantitative et qualitative des rayonnements une fois émis hors des appareils, pour donner à ceux-ci un jeu d'action plus varié.

Lorsque j'eus entre les mains les appareils de construction nouvelle prêtés par M. Armet de Lisle, comme ces appareils étaient d'extrême puissance, j'eus l'idée d'interposer entre eux et les tissus à traiter des substances formant écran mobile, d'épaisseurs différentes, destinées à retenir une certaine quantité de rayons; c'est ainsi que je commençai la pratique du filtrage thérapeutique. Puis, ce filtrage a été étudié au point de vue physique par M. Beaudouin, le chef des travaux physiques de notre Laboratoire biologique du radium, qui a défini le dosage et la mesure analytique des rayon-

[1] On peut déceler sa présence en le plaçant, dans l'obscurité, derrière un écran au platino-cyanure de baryum qu'il éclaire d'une lueur très vive; il suffit de placer un corps quelconque entre lui et l'écran pour démontrer la propriété qu'il a de traverser les corps, car l'écran continue à être éclairé. Ce rayonnement impressionne la plaque photographique; il ionise l'air, le rendant bon conducteur de l'électricité, décharge l'électroscope, etc.

[1] Les rayonnements hors du vernis des appareils contiennent une proportion considérable de rayons β, environ 90 %.

nements filtrés à travers la série des filtres, et par le Dr Dominici, qui l'a méthodisé en ce qui concerne les filtres épais et denses. Ce filtrage a été étudié par le Dr Degrais et par moi-même.

Les écrans ou filtres (aluminium depuis 1/100 de millimètre d'épaisseur jusqu'à 1/10 de millimètre, plomb ou argent depuis 1/10 de millimètre jusqu'à 3 et 4 millimètres) non seulement diminuent la quantité des rayons, en arrêtant ceux qui, étant plus facilement absorbables, n'intéresseraient que la surface des tissus, mais aussi modifient la qualité du rayonnement; en effet, un rayonnement qui a pu filtrer à travers une certaine épaisseur est composé de rayons doués d'un plus grand pouvoir de pénétration; après 1 millimètre de plomb, les rayons qui passent (surpénétrants ou ultrapénétrants composés de β durs et de γ) ont un extrêmement grand pouvoir de pénétration, et, comme les autres rayons qui sont facilement irritants pour la surface des tissus ont été arrêtés, on comprend qu'avec de tels filtres *on puisse agir dans la profondeur des tissus sans intéresser la surface.*

Ce rapide aperçu montre que, selon qu'on utilise un appareil à nu ou recouvert de la série des filtres, on a un jeu d'énergie qui permet d'agir soit à la surface, soit dans les couches moyennes, soit dans les profondeurs ; d'agir, en d'autres termes, sur des cancers superficiels, des cancers de moyenne épaisseur et des cancers profonds.

D'autres méthodes, celle du feu croisé par exemple (Wickham et Degrais), permettent d'agir dans la profondeur.

Les techniques consistent donc à calculer la dose quantitative et qualitative nécessaire, en fonction de la durée et du mode des applications des appareils, pour obtenir tel ou tel résultat.

Si l'on désire agir à la surface sans irriter les tissus, on emploiera les appareils à nu ou recouverts de légers filtres et on les laissera peu de temps en contact : de 3 à 30 minutes; on répétera cette courte durée plus ou moins souvent et à intervalles plus ou moins éloignés.

Veut-on irriter et détruire une lésion superficielle? le même appareil sera laissé à demeure un temps plus long. Veut-on agir dans la grande profondeur, et respecter la surface? on emploiera un filtre de 2 à 4 millimètres d'épaisseur et on laissera l'appareil à demeure un temps donné qui sera toujours assez long : 50 à 80 heures. Veut-on agir dans la profondeur et détruire en même temps la surface? le même rayonnement sera laissé au contact le triple de ce temps ou même plus[1].

[1] En un article de revue, il est impossible d'aborder les diverses questions qui intéressent les techniques; je n'ai pu ici que schématiser, le sujet étant des plus complexes. Voir le Traité de Radiumthérapie de Wickham et Degrais.

IV. — Action élective du radium sur la cellule cancéreuse.

Il a été dit depuis longtemps (Danlos) que la cellule cancéreuse semble être terrain d'élection vis-à-vis du radium; c'est-à-dire que, sous l'influence de la radio-activité, la cellule malade se modifie, se transforme; qu'elle perd ses caractères de malignité et donne naissance, dans son évolution nouvelle, à un tissu qui n'est plus nocif.

Sans cette notion de l'électivité, il serait difficile de comprendre qu'une tumeur profonde puisse régresser sans qu'il soit nécessaire de faire passer les tissus sus-jacents par une phase d'irritation ou de destruction. Cette électivité n'est démontrée que par l'action de certaines doses et de certaines durées d'application[1].

L'explication intime de ce phénomène ne peut encore être donnée ; il faut se contenter de sa simple constatation. Pourquoi les rayons, en traversant les cellules, modifient-ils leur vitalité morbide? Comment se fait-il que ce soit seulement deux ou trois semaines, ou plus, après qu'un tissu cancéreux a été influencé, qu'on le voit peu à peu se modifier? Telles sont les questions qui se posent et n'ont point encore été résolues.

V. — Les résultats.

Ces notions préliminaires étaient importantes à définir avant d'aborder l'analyse des résultats. Avec l'aide précieuse du Dr Degrais, j'ai traité dans mon service, au Laboratoire biologique du Radium, environ 1.200 malades dont la moitié étaient atteints de tumeurs de nature cancéreuse; dans chaque groupe de cancers, je me bornerai à indiquer quelques-uns des faits saillants[2] que nous avons obtenus le Dr Degrais et moi.

§ 1. — Cancers superficiels de la peau ou épithéliomes torpides à évolution lente.

Il faut considérer : 1° des cas bénins; 2° des cas présentant quelque tendance à la gravité.

1. *Epithéliomes bénins.* — Ces tumeurs se présentent sous des aspects très divers : tantôt il s'agit de simples verrues ou croûtes qui saignent assez facilement au moindre grattage; tantôt ce sont des duretés sèches, comme de petits grains

[1] Les études histologiques de MM. Dominici et Barcat, plus récemment celles de MM. Delbet et Herrenschmidt, ont mis en évidence les modifications apportées aux éléments cellulaires sous l'influence des rayons. Ces derniers auteurs contestent l'électivité et pensent simplement à une différence de résistance des tissus ; mais, pour nous, c'est là précisément que réside l'électivité.

[2] Radiumthérapie. *Loc. cit.*

placés les uns près des autres selon une ligne plus ou moins circinée, souvent en croissant; tantôt, enfin, ce sont de petites plaies comme de simples écorchures. Ces diverses lésions ont comme caractères communs d'évoluer lentement vers l'agrandissement constant, et d'aboutir à des ulcérations graves après plusieurs années. Leur apparence inoffensive constitue leur danger. Elles n'existent que rarement avant quarante ans et siègent le plus souvent à la face. Or, ces épithéliomes bénins, pris au début, sont facilement curables par de nombreux moyens; aussi sembleraient-ils, à première vue, intéresser moins directement la radiumthérapie, qui se présente en général plutôt comme un moyen d'exception.

Nous sommes d'avis contraire. En effet, les cas de cet ordre traités par le radium ont été très suffisamment nombreux pour permettre une statistique définitive et apprécier assez justement la valeur des résultats qu'on peut obtenir.

Notre ami, le Dr Lenglet, dans son remarquable Rapport au Congrès de Budapest (Août 1909), évalue l'action du curettage chirurgical, suivi de l'irradiation par les rayons X (ce qui constitue un des meilleurs traitements qui soit), de la façon suivante :

« Si, dit-il, l'épithéliome n'a pas contracté d'union avec les plans osseux sous-jacents, s'il n'a pas envahi dans les profondeurs les voies et les ganglions lymphatiques, si sa surface totale n'excède pas 5 à 7 centimètres de diamètre, si l'évolution de la lésion s'est produite avec torpidité ou tout au moins sans brusquerie, le pourcentage de guérison est de 87 % sans récidive plusieurs mois ou même plusieurs années après l'opération. »

Eh bien, en nous en tenant strictement aux limites définies par le Dr Lenglet, nous devons reconnaître que l'influence du radium, sans intervention chirurgicale préalable, donne une statistique plus favorable encore. Aussi pensons-nous que, même pour ces petites lésions, *le radium est le traitement de choix*, non seulement en raison de la valeur des résultats, mais aussi en raison de la commodité et de la facilité avec lesquelles le traitement est effectué, ce qui n'est point sans intérêt, puisqu'il s'agit très souvent de traiter des vieillards.

L'appareil est appliqué très aisément, au domicile du malade s'il le désire, une heure, deux heures ou au plus trois heures, au cours de cinq à huit jours. Le malade ne s'aperçoit volontiers de rien, car ce traitement est indolore; après dix à quinze jours, la petite lésion se transforme et se modifie. S'il s'est formé une croûte légère, celle-ci tombera d'elle-même vers la troisième semaine, et sans aucun pansement, sans aucun soin spécial, du trentième au cinquantième jour, une cicatrice de réparation fine et souple sera obtenue.

Il va de soi que, parmi les cas qui rentrent dans la série du Dr Lenglet, il y a des degrés fort différents à considérer, puisqu'il englobe des épithéliomes de 7 centimètres ; pour ces derniers cas, le traitement est plus long, la réparation n'est définitive qu'après trois mois et plus, et il faut parfois refaire de nouvelles séries d'applications.

Fig. 1. Fig. 2.

Fig. 1 et 2. — *Cancer épithélial du nez, à caractère rebelle, inflammatoire, rongeant.*

Fig. 1. — L'ulcération térébrante, à bords coupés à l'emporte-pièce, avait résisté à divers autres traitements (rayons X et cautérisations).
Fig. 2. — La cicatrice obtenue est encore en excellent état, près de trois ans après le commencement du traitement[1].

Il était important de bien marquer l'influence du radium sur ces lésions, que trop souvent les malades négligent, en raison de leur bénignité apparente, et qui cependant sont fréquemment le point de départ de véritables cancers de la peau.

La même simplicité opératoire se retrouvera dans les autres groupes, mais, bien entendu, avec une statistique relativement bien moins favorable, puisqu'il s'agira de cas malins et graves, souvent incurables.

2. *Epithéliomes superficiels présentant quelque signe de gravité.* — Il s'agit, dans ce groupe, de lésions de même aspect que les précédentes, mais à marche plus rapidement envahissante, d'ulcérations adhérentes aux plans osseux ou accompagnées d'*inflammation périphérique.*

Ici encore, tant que le caractère de gravité ne sera pas particulièrement accentué, les résultats seront très fréquemment satisfaisants. Les récidives se

[1] Les figures 1 à 12 et 15 à 18 sont tirées du *Traité de Radiumthérapie*, par Wickham et Degrais; Baillière, éditeur, 1909. Les autres figures sont inédites.

rencontrent un peu plus souvent que dans les formes précédentes; mais, si le malade est averti de la nécessité de venir se soumettre à l'examen tous les deux mois, la récidive, prise au début, rétrocédera facilement.

Nous donnons deux cas qui rentrent dans ce groupe. Le premier (fig. 1 et 2) était un ulcère rongeant et térébrant siégeant au côté droit du nez; l'ulcère avait récidivé, même après l'emploi des rayons X, et du reste aussi après des curettages et l'emploi de caustiques. Le bord inférieur de la plaie était à pic et commençait à présenter quelque caractère malin et inquiétant.

Sur le conseil de notre ami le Dr Hudelo, la malade fut soumise au radium, et la guérison, qui s'est faite par la production d'une cicatrice très fine et très esthétique, s'est maintenue, bien que le début du traitement date du 6 décembre 1906.

Les figures 3, 4, 5 et 6 montrent les quatre stades de l'évolution régressive d'un cancer bourgeonnant dont la marche était très rapidement croissante (malade adressé par le Dr Coyon). Aussitôt que le radium fut appliqué, le développement rapide s'arrêta; la croûte qui recouvrait le bourgeon ne se reforma plus; enfin, les sécrétions et le saignottement produits à la surface du bourgeon se tarirent. Et c'est là un fait à noter que, partout où nous avons à traiter des cancers qui sont le siège d'hémorragies et de sécrétions sérupurulentes, le premier bénéfice de l'emploi du radium se marque par l'arrêt de ces écoulements (cancers de l'utérus, cancers du rectum).

Fig. 3. Fig. 5.

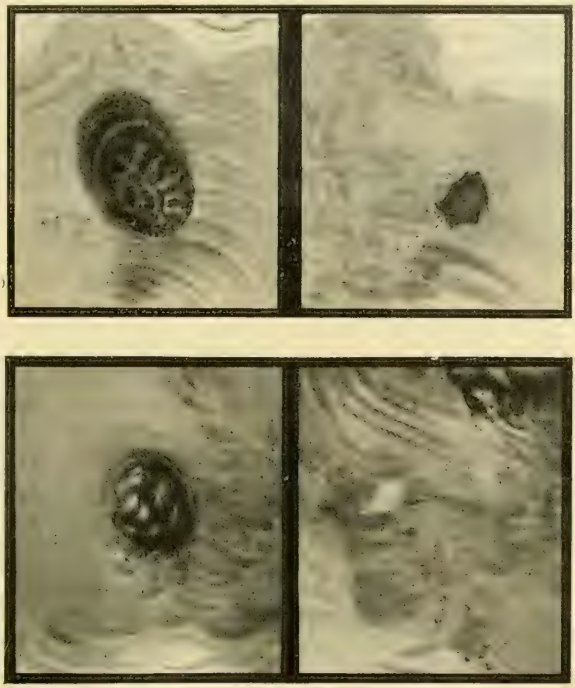


Fig. 4. Fig. 6.

Fig. 3 à 6. — *Tumeur cancéreuse épithéliale bourgeonnante de la tempe.* — Avant le traitement, une croûte épaisse recouvrait le bourgeon. Elle a été enlevée par la première application et ne s'est plus reproduite.

Fig. 3. — Etat du bourgeon au deuxième jour; la surface est déjà beaucoup plus sèche.

Fig. 4. — Treizième jour du traitement.

Fig. 5. — Trentième jour. Au trente-cinquième jour, la cicatrice était obtenue.

Fig. 6. — Cicatrice photographiée une année après la fin du traitement. Sa superficie s'est sensiblement réduite.

Il ne s'est produit aucune récidive depuis 3 ans et demi.

§ 2. — Cancers épithéliaux graves.

1. *Cancers épithéliaux de la peau, graves par leur extension.* — Mais voici deux cas fort graves où il eût semblé, il y a quelques années, impossible au radium d'obtenir une guérison.

L'ulcération représentée par la figure 7 était énorme; elle mesurait près de 15 centimètres de longueur sur 8 de largeur. De plus, elle avait une base épaisse, assez profondément infiltrée et était bordée d'un gros bourrelet cancéreux.

Il suffit de six heures d'application de notre plus puissant appareil pour obtenir un premier résultat très net. Deux mois après, une nouvelle série de six heures fut faite, et encore une fois cinquante jours après. Au septième mois, la cicatrice de réparation semblait assez solide (fig. 8).

La figure 9 montre un vaste cancer épithélial bourgeonnant, à évolution maligne, entièrement guéri huit semaines après la fin des applications.

2. *Cancers sous-cutanés intéressant les tissus*

profonds. — Le malade que représente la figure 11 avait un cancer infiltrant jusqu'à la paroi osseuse temporale, où il était adhérent (ce qui constitue un caractère grave) ; de plus, ce cancer fusait sous la paupière inférieure. Un stylet pouvait pénétrer par une fistule jusqu'à la partie moyenne de la paupière. L'œil était en partie exorbité.

Il fallait, dans ce cas, agir dans la grande profondeur sans irriter la surface et, par conséquent, utiliser le rayonnement surpénétrant, composé en petite quantité de rayons très pénétrants β durs et γ isolés.

Un appareil de puissance moyenne, recouvert d'un filtre de plomb de 1 millimètre, fut appliqué en chaque point trois fois vingt-deux heures consécutives, une fois par semaine, soit en tout soixante-six heures.

La réparation se fit en deux mois et demi. Ce résultat est particulièrement intéressant, car une opération aurait été accompagnée d'un délabrement considérable des tissus et vraisemblablement suivie de la rétraction des paupières; ni la fulguration ni les rayons X n'auraient pu facilement agir dans la profondeur, tout en respectant l'œil et l'intégrité de la surface[1].

Fig. 7. Fig. 8.

Fig. 7. — *Cancer épithélial grave, extensif, de la région temporo-frontale.*
Fig. 8. — *Malade après traitement.* — Pendant la durée du traitement, le malade s'est transformé au point de vue de la santé générale.

Les figures 13 et 14 représentent l'envahissement cancéreux des ganglions du cou dans un cas de cancer du pharynx et de l'amygdale inférieure. La masse cervicale se développait rapidement et étouffait le malade (malade adressé par le Dr Récamier).

Nous avons combiné, pour agir dans la grande profondeur, deux méthodes : celle du gros filtrage ne laissant passer qu'un rayonnement surpénétrant et celle du feu croisé.

Des appareils puissants, recouverts de 2 et 3 millimètres de plomb, furent placés en opposition les uns aux autres, de façon à ce que les rayons déjà très pénétrants pussent se croiser dans la profondeur. Il devait en résulter une action très puissante et une véritable inondation de la tumeur par la radio-activité.

Fig. 9. Fig. 10.

Fig. 9. — *Volumineux cancer bourgeonnant.*
Fig. 10. — *État 8 semaines après le commencement du traitement.*

Quatre mois après le traitement, la tumeur était beaucoup moins saillante et réduite dans de grandes proportions. Le cancer de la gorge, qui ne put être traité, finit par emporter le malade.

Mais voici (fig. 15 et 16) un des résultats les plus intéressants que nous ayons obtenus. M. le Dr Brocq disait, à l'occasion de la présentation que nous avons faite du malade à la Société médicale des Hôpitaux, qu'il ne semblait pas qu'aucune méthode de traitement eût pu faire aussi bien. De fait, le résultat a été surprenant.

Le cancer, développé au niveau de la région

[1] Les trois malades précédents appartiennent au service de M. de Beurmann (hôpital Saint-Louis), qui voulut bien autoriser son chef de laboratoire, le Dr Degrais, à utiliser à leur profit les appareils de mon service.

parotidienne, était dur comme du plâtre et fortement adhérent par sa base aux tissus profonds. Il eût été impossible de songer à l'enlever chirurgicalement. Il mesurait 5 centimètres de saillie et s'étendait sur un espace de 9 centimètres transversalement et de 12 centimètres verticalement.

La tumeur fut inondée de radioactivité par l'emploi de diverses méthodes combinées : introduction d'un tube par le sommet de la tumeur, gros filtrage, feu croisé, mais en ayant soin de doser les rayons de telle sorte que l'action portât spécialement dans la profondeur, fort peu en surface.

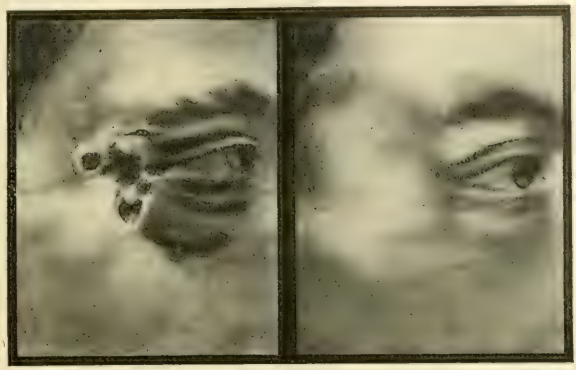


Fig. 11. Fig. 12.

Fig. 11. — *Cancer grave, très profond, intéressant la paroi osseuse qui était décollée, et fusant sous la paupière inférieure.*
Fig. 12. — *Après le traitement, les ulcérations se sont cicatrisées.*

Le traitement fut commencé vers la fin du mois d'août 1908, et, vers la fin du mois de janvier suivant, le résultat était celui que représente la figure 16. Il reste sur la face deux ou trois bosselures fibreuses dures, mais qui ne semblent plus évoluer et ne sont que le reliquat de la régression de ce vaste cancer. Le malade a été revu le 30 septembre dernier, et, à cette date, l'état s'était maintenu dans de bonnes conditions.

Fig. 13. Fig. 14.

Fig. 13. — *Envahissement cancéreux des ganglions sous-maxillaires, secondaire à un cancer de l'amygdale.*
Fig. 14. — *Etat cinq mois après le début du traitement.* — La tumeur a diminué dans de grandes proportions. Quelques mois après, le malade a succombé par suite du développement du cancer de l'amygdale.

§ 3. — Tumeurs malignes cancéreuses graves par leur siège.

A la lèvre et aux *muqueuses* en général, à la langue, au pharynx où les lymphatiques sont intéressés si facilement et de bonne heure, le traitement est particulièrement délicat et aléatoire; cependant, quelques faits, surtout lorsqu'il s'agit de cancers de la lèvre, semblent montrer que le radium peut donner parfois des résultats heureux. MM. Gaucher et Dominici ont insisté sur l'utilité d'agir sur les tissus d'une façon douce et atténuée.

Les figures 17 et 18 montrent un épithéliome de la lèvre qui se présentait avec l'apparence d'extrême gravité ; il était parsemé de fistules et d'excavations, il infiltrait la moitié supérieure de la lèvre.

Par la méthode du feu croisé (un appareil appliqué en dedans, un autre au dehors), combinée au filtrage moyen (6/10 de millimètre de plomb), et en agissant lentement et patiemment, nous sommes arrivés à la guérison *apparente* de cette lèvre.

Les dépressions qu'on constate sur la figure 18 sont des pertes de substances cicatricielles : elles ne sont plus le siège d'infiltration cancéreuse. Dans ces cas, une surveillance très étroite doit être faite pour dépister la moindre velléité de récidive.

Pour qui connaît la gravité de ces cancers et la facilité avec laquelle se font les récidives, même après l'extirpation chirurgicale, un tel résultat ne manque pas d'un certain intérêt. J'ai observé un résultat favorable sur un cancer de la voûte palatine.

Dans d'autres régions, on peut signaler certains effets heureux du radium.

Le 25 mai dernier, nous avons exposé à l'Académie de Médecine des résultats intéressants obtenus sur des tumeurs malignes du sein. L'un de nos cas date de novembre 1907; il se maintient en bon état et, cependant, la malade est très âgée et sa lésion cancéreuse était considérée comme inopérable lorsque nous l'avons entreprise.

La figure 19 montre un cancer du sein avec rétraction du mamelon; le résultat indiqué par la figure 20 a été obtenu après quatre mois de traitement. Il reste de la dureté à la palpation, mais le caractère de malignité ne semble plus exister.

Nous avons traité ainsi une quinzaine de malades, de ceux qui ne voulaient ou ne pouvaient pas être opérés, et nous avons la parfaite conviction des excellents services d'ordres divers que peut rendre le radium dans certains cas de cancers du sein[1].

Il en est de même pour les cancers de l'utérus, du rectum. Dans un cas, un cancer de l'utérus inopérable a pu être rendu opérable. D'autres, qui sécrétaient abondamment du pus et du sang, ont été séchés après plusieurs applications de douze heures de rayons très pénétrants : il en est résulté pour les malades un soulagement et une survie fort appréciables.

Fig. 15. Fig. 16.

Fig. 15 et 16. — *Cancer de la region parotidienne.* — La tumeur dure faisait corps avec la tête. Au cours du traitement, elle devint mobile sur sa base, à mesure qu'elle diminuait de volume.

Nous pensons qu'un cancer du col au début pourrait régresser par le radium; mais nous n'avons pas voulu tenter l'expérience, ayant tenu par scrupule à envoyer directement ces cas aux soins de la chirurgie. Il est de toute évidence que, pour des lésions d'une aussi extrême gravité, il ne faut agir avec le radium que si la chirurgie, pour quelque raison ne peut intervenir.

Il est évident aussi qu'une fois les cancers extirpés, le radium pourra être, avec juste raison, employé dans le but d'empêcher ou de retarder les récidives et d'aller détruire les germes éloignés qui auraient pu ne pas être extirpés.

§ 4. — Tumeurs malignes de nature diverse (Sarcomes, Mycosis fongoïde, etc.).

Plusieurs cas de sarcome, de lymphosarcome, de lymphadénome (Hodgkins's disease), ont rétrocédé très heureusement, à ce point que ces dernières lésions, comme les lymphadénomes, semblent être de toutes les tumeurs malignes celles qui régressent le mieux sous l'influence du radium. Une tumeur siégeait au côté droit du cou chez une jeune Anglaise de trente-deux ans. Elle avait été opérée déjà deux fois, et les rayons X

Fig. 17. Fig. 18.

Fig. 17 et 18. — *Cancer épithélial grave de la lèvre inférieure, avant et après traitement par le radium.*

[1] Nous pensons que, dans les cas peu profondément infiltrés dans lesquels la malade ne voudra pas être amputée du sein, on pourra procéder de la façon suivante : 1° enlever chirurgicalement toute la chaîne ganglionnaire sous-pectorale et axillaire; 2° traiter le sein même par le radium à doses intenses en feu croisé, gros filtrage.

avaient été employés; à la troisième récidive, le chirurgien n'osa plus tenter l'opération, car la base de la tumeur avait envahi les gros vaisseaux et nerfs du cou.

L'étude des pièces extirpées avait montré qu'il s'agissait d'un lymphosarcome[1]. La malade remuait difficilement la tête, le cou étant fortement augmenté de volume.

En employant les rayonnements surpénétrants et des doses spéciales de radio-activité, le cou se dégagea peu à peu et la tumeur régressa sans que la peau, saine du reste, fût intéressée sérieusement. Il suffit de deux séries de quinze jours de traitement, à six semaines d'intervalle, pour obtenir une apparence de guérison très remarquable, là où aucun autre procédé de traitement n'aurait, semble-t-il, obtenu au même titre un semblable résultat.

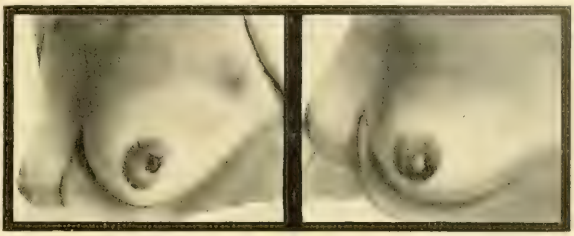


Fig. 19. Fig. 20.

Fig. 19 et 20. — *Cancer du sein gauche.*

Fig. 19. — Le mamelon est rétracté, la tumeur est en haut et à gauche du sein. Elle est rouge, tendue, prête à s'ulcérer.

Fig. 20. — Trois mois après, le mamelon est moins rétracté. La tumeur s'est complètement modifiée; elle n'est plus apparente. A la palpation, on sent une dureté fibreuse. L'évolution maligne semble arrêtée.

Mais voici un cas plus intéressant peut-être. Il s'agit d'un malade du Dr Péreire, qui fut opéré cinq fois d'une tumeur du devant de l'épaule; après chaque opération, la tumeur s'obstinait à récidiver.

Il s'agissait d'une tumeur à évolution maligne développée dans la région de l'épaule en plusieurs tumeurs.

Le Dr Péreire nous confia le traitement de la sixième récidive, représentée par la figure 21.

Fig. 21. Fig. 22.

Fig. 21 et 22. — *Tumeur recidivante de l'épaule.*

Fig. 21. — Les sept tumeurs saillantes se détachent sur un fond épais, enflammé, infiltré de tissu malin.

Fig. 22. — *Etat trois mois après le début du traitement.*

Les tumeurs furent chacune traitée à part par la méthode du « feu croisé » et du filtrage moyen (2 à 3 dixièmes de millimètre de plomb), et très vite l'évolution aiguë dont elles étaient le siège fut arrêtée; puis les masses lentement se résorbèrent, si bien qu'au deuxième mois la guérison apparente était obtenue; aucune récidive ne semble en voie de développement.

Enfin, des tumeurs sarcomateuses ouvertes par une large et profonde incision chirurgicale peuvent être très heureusement modifiées par l'introduction de tubes de radium au centre même de la lésion.

Un large épulis (ostéo-sarcome de la mâchoire) a entièrement régressé sous l'action du feu croisé.

Nous avons traité avec succès plusieurs cas de mycosis fongoïde. Chez un malade du Professeur De Lapersonne et du Dr de Beurmann, malade qui était atteint de mycosis fongoïde de la paupière, les rayons du radium eurent, sous la direction du Dr Degrais, un effet très certain et rapide.

VI.
Considérations générales.

Résulte-t-il de tous ces faits que le radium doive être considéré comme un moyen thérapeutique auquel il faille avoir toujours recours? Non point certes, et il faut se garder des exagérations; *nous n'en sommes qu'à la période de l'observation des faits*, et il serait mal avisé, dans un sens comme dans l'autre, de poser actuellement des conclusions générales. Les faits que nous

[1] Etude histologique faite par le Dr Gastou, de Paris, sur une coupe faite par le Dr Rozelaar, de Londres.

venons de rapporter sont intéressants, il est vrai, mais il faut savoir choisir les cas à traiter, et les résultats seront en rapport avec la sagacité et l'expérience du radiumthérapeute.

Il convient toujours, lorsqu'on prend conscience de la haute valeur d'un traitement nouveau, de *procéder avec discernement, afin d'éviter le risque de priver les malades d'un autre traitement qui aurait pu se montrer supérieur*, et surtout du secours de la chirurgie.

C'est donc seulement après avoir pesé avec soin les diverses conditions dans lesquelles se présente une tumeur maligne qu'on peut se permettre de prendre un parti. Il ne faut jamais perdre de vue, en ce qui concerne le pronostic, que le radium, lorsqu'il agit, ne le fait que localement et qu'on ne lui reconnaît encore aucun rôle dans les infections générales et dans les métastases éloignées, et aussi qu'il ne doit être employé dans les grands cancers qu'avec prudence, afin d'éviter les toxémies qui pourraient se produire. Il ne peut avoir quelque prétention que dans les cancers accessibles ou rendus accessibles, en tenant compte du pouvoir de pénétration des rayons. Enfin, il faut toujours songer à la possibilité des récidives.

Mais il ressort des résultats que nous avons obtenus que, lorsqu'une tumeur maligne ne laisse aucun espoir, soit par son siège, soit par son développement, c'est-à-dire lorsqu'elle est hors de la portée de toute autre thérapeutique, on est autorisé à s'adresser au radium. C'est dans cet esprit qu'ont été traités, non sans bénéfice évident, des cancers inopérables des intestins, du rectum, de la prostate, etc.

Lorsque le radium peut être conduit sur la tumeur à la faveur d'orifices naturels ou artificiels, il est rare qu'on n'obtienne un certain soulagement, soit que les douleurs diminuent, soit que les sécrétions et les hémorragies se tarissent.

Dernièrement, MM. Guisez et Barcat ont obtenu l'amélioration d'un cancer de l'œsophage en conduisant, au moyen d'un cathéter, un tube de radium au contact de la tumeur.

Le radium, dans bien des cas, pourra aider la chirurgie, soit que celle-ci « fasse la voie » au radium, soit qu'elle s'en serve pour compléter une opération ; et, dans cet ordre d'idées, on peut imaginer toute une série de combinaisons. En matière de cancer, je considère le radium surtout comme un appoint destiné à renforcer la chirurgie, un procédé destiné le plus souvent à se combiner aux autres.

Bref, à l'heure actuelle, certains des résultats que le radium a obtenus sur les tumeurs malignes ont été assez intéressants et probants pour éveiller très vivement l'attention du monde médical et pour permettre d'espérer plus encore dans l'avenir, lorsqu'on connaîtra mieux les techniques et qu'on possédera une plus grande quantité de radium.

Mais là n'est pas la seule utilisation du radium. Les résultats que nous avons obtenus sur d'autres lésions, notamment les angiomes ou taches de vin saillantes, les chéloïdes et les eczémas rebelles, résultats qui mériteraient un autre article, ont acquis aux rayons du radium droit de cité dans le domaine de la thérapeutique ; et il est agréable de reconnaître que l'ensemble de cette question de la radiumthérapie (la merveilleuse découverte du radium par P. Curie et Mme Curie, la construction d'appareils perfectionnés, les applications thérapeutiques) est œuvre presque entièrement française.

Dr Louis Wickham,
Médecin de Saint-Lazare,
Directeur des recherches en Pathologie externe
au " Laboratoire biologique du Radium ".

L'ŒUVRE DE LA CHIMIE CONTRE L'ŒUVRE DE LA NATURE

Il n'est pas sans intérêt, au moment où la Chimie fait de nouvelles conquêtes industrielles en reproduisant dans ses laboratoires des produits extraits jusque-là des plantes ou des animaux, de chercher quel contre-coup économique ces découvertes peuvent avoir sur les produits naturels.

I

Le travail de synthèse industrielle fournit des corps qui tantôt sont identiques aux principes naturels, tantôt, au contraire, ne les rappellent que par une seule de leurs propriétés.

Le chimiste est maître de son travail ; il dispose, à volonté, de la chaleur et du froid, de l'eau et de la sécheresse ; il est sûr d'aboutir en un temps déterminé avec des appareils de capacité voulue, avec une main-d'œuvre appropriée à une production fixe.

Combien il en est autrement avec les produits végétaux ; suivant que le soleil aura été plus ou moins avare de ses rayons, suivant que les pluies auront été plus ou moins abondantes, la quantité et la qualité de la récolte s'en seront ressenties et les produits obtenus ne seront point comparables. Une vigne ne fournit pas chaque année un vin de même teneur alcoolique, de même bouquet, ni de même valeur commerciale.

Le travail naturel donne une production aléatoire comme quantité et comme qualité. Les facteurs principaux en échappent à l'homme et ne sont point sous sa dépendance. De là découle cette conclusion que la fabrication synthétique des produits naturels l'emporte, au point de vue de la sécurité de rendement, sur la fabrication naturelle.

D'autre part, les produits naturels sont d'autant plus chers que la production en est moins abondante, ou la demande plus active. Pour le produit chimique, c'est l'inverse qui se produit. Pouvant être obtenus en quantités indéfinies, ils permettent la réduction des frais généraux, l'emploi des appareils de grande capacité, la simplification de la main-d'œuvre, et les prix s'abaissent d'autant plus que la vente est plus grande. L'utilisation de certains résidus concourt, de plus, à cet effet.

L'obtention des produits naturels est sous la dépendance du temps. Certains proviennent de plantes annuelles, mais d'autres, au contraire, exigent un nombre d'années considérable avant de pouvoir donner des rendements rémunérateurs. Beaucoup d'arbres ne produisent des fruits que bien longtemps après avoir été semés et ne sont exploitables comme bois que plus tard encore. Le camphrier ne commence à être riche en camphre qu'à l'âge de quarante ou cinquante ans. L'obtention du produit synthétique est, au contraire, toujours très rapide, quelques heures ou quelques jours au plus. Elle est, en général, fonction du nombre des appareils et de la main-d'œuvre et peut être amenée pratiquement à un minimum de temps.

Ainsi donc, avec le produit industriel, on peut compter sur une amélioration constante des rendements et un abaissement continu des prix, et par là encore l'œuvre de la Chimie l'emporte, pratiquement, sur l'œuvre de la Nature.

Mais le produit synthétique est-il identique au produit naturel? Oui et non. Oui, si l'on considère isolé de la plante l'un de ses constituants. Ainsi sont identiques l'alizarine synthétique et celle que l'on peut extraire de la garance ; l'indigotine et le produit retiré de l'indigo ; la vanilline et le givre de la vanille ; la coumarine synthétique et celle que l'on peut retirer de la fève tonka.

Non, si l'on compare le produit chimique synthétique à l'extrait naturel qui contient ce même principe. C'est qu'en effet il n'est pas d'exemple de corps naturels fournis par une plante ou un animal qui soient constitués par un corps chimique à l'état de pureté. La nature nous offre toujours des mélanges à l'état complexe. Si, pour mettre au travail les cellules, le soleil est capricieux, celles-ci le lui rendent en faisant à côté du travail principal de petits hors-d'œuvre, qui parfois, petits chefs-d'œuvre, deviennent ce qu'il y a de plus précieux dans le tout.

La garance, en plus de l'alizarine, renferme de la purpurine, matière colorante comme l'alizarine, mais dont la teinte n'est pas la même.

L'indigo naturel contient, à côté de l'indigotine, de l'indirubine et des matières colorantes indéterminées.

Dans la vanille, il y a environ 2 % de vanilline identique à celle que l'on fabrique à partir du girofle ; les 98 % qui restent ne sont pas uniquement des matières ligneuses et inodores, mais aussi des substances qui concourent au bouquet total, et point n'est besoin d'être gourmet pour distinguer une crème ou une glace parfumée à la vanille d'une autre parfumée à la vanilline.

On pourrait multiplier ces exemples et en tirer la conclusion que l'œuvre de la cellule est complexe, qu'à côté du produit que nous considérons comme utile : matière colorante, tannin, parfum ou alcaloïde, elle fournit des isomères, des homologues, des produits d'oxydations, des produits de réductions, des éthers, dus à des réactions successives ou concomitantes.

II

Mais voyons quel peut être le retentissement d'une fabrication synthétique sur l'avenir d'un produit naturel.

Le nombre de ces reproductions industrielles de constituants des plantes ou du corps des animaux n'étant pas très considérable, on peut vite les passer en revue.

1. *Garance.* — L'extrait tinctorial de cette plante est un mélange d'alizarine et de purpurine, avec prédominance de la première de ces substances.

Toutes deux étant produites à meilleur compte par la synthèse, la culture de la garance a été abandonnée. Ce ne fut point là un mal ; à la place, on planta de la vigne, qui fut d'un meilleur rapport jusqu'au jour où commença la surproduction du vin.

2. *Indigotine artificielle et indigo naturel.* — La majeure partie de l'indigo est constituée par de l'indigotine, identique au produit synthétique ; les quantités de matières accessoires que renferme l'indigo naturel ne paraissent pas offrir d'avantages dans la fixation de l'indigotine pure sur les tissus.

Là, la lutte n'est pas terminée, et l'on ne sait encore si elle finira par l'établissement d'un équilibre ou par la disparition d'un des deux concurrents. Il est cependant vraisemblable que la culture des diverses plantes productrices d'indigo devra cesser à un moment donné, faute d'être suffisam-

ment rémunératrice. Et cela montrera, une fois de plus, que les ressources de la Chimie sont pour ainsi dire inépuisables, tandis que celles de la Nature sont limitées.

Sans doute, dans certaines industries, comme celle du sucre, on a pu, par la sélection, obtenir des betteraves de plus en plus riches en sucre, et, d'autre part, les méthodes physiques et chimiques ont permis une extraction de plus en plus complète de ce produit. Mais on aperçoit facilement la limite des améliorations possibles.

Au contraire, la méthode chimique peut, pour l'indigo, arriver à la perfection, et, l'indigotine étant pratiquement insoluble dans l'eau, le rendement en matière colorante peut être intégral.

Les améliorations dans la culture des différentes plantes productrices et dans le traitement du suc de ces plantes pour en réaliser l'extraction complète sans altérer la nature des principes tinctoriaux pourront-elles un jour faire rattraper à l'indigo de l'Inde l'avance que l'indigotine chimique prend de plus en plus ? Nous en doutons.

3. *Camphre naturel et camphre synthétique*[1]. — La question se pose encore de la même façon :

Le camphre synthétique, à part son pouvoir rotatoire, est identique au camphre naturel et peut le remplacer dans toutes ses applications. Son apparition sur le marché a ramené au taux normal le prix du camphre naturel.

Comme tous les produits chimiques, le prix de la production du camphre synthétique ira sans cesse en s'abaissant, et, lorsque les sacrifices nécessaires pour l'installation de toute nouvelle fabrication auront été amortis, il n'est pas téméraire de dire que le camphre synthétique tuera le camphre naturel.

Au contraire, dans toute culture, les frais les plus considérables résultent de la main-d'œuvre, et la poussée constante du prolétariat vers un avenir meilleur feront que le prix de cette main-d'œuvre s'accroîtra de plus en plus.

L'utilisation des sous-produits, les améliorations constantes que l'œuvre chimique apportera à la fabrication du camphre synthétique feront qu'il l'emportera sur le produit naturel.

4. *Vanille et vanilline.* — Ici la question se présente autrement. Nous nous trouvons en présence d'un produit industriel qui n'est que l'un des constituants du produit naturel, et ne possède, par suite, qu'une partie de ses propriétés.

La vanilline industrielle est bien, en effet, identique à la vanilline que l'on peut extraire de la gousse de vanille et d'un grand nombre d'autres produits naturels. Mais la vanille utilisée en nature constitue un bouquet que ne donne pas la vanilline. Elle renferme, en effet, à côté de cette dernière, toute une série de produits odorants encore indéfinis chimiquement, mais qui concourent à lui donner cette finesse de parfum que la vanilline, corps pur mais unique, ne peut avoir, et que les bonnes espèces de vanille possèdent complètement.

On peut, jusqu'à un certain point, dire qu'entre le parfum de la vanille et celui de la vanilline il y a la même différence qu'entre un alcool de grains ou de betteraves bon goût et une fine champagne de marque.

La vanilline est le parfum du prolétaire, la vanille celui du riche. Il s'ensuit qu'ici il n'y a plus lutte entre le produit de la nature et celui de l'industrie. Tous deux s'adressent à des consommateurs différents ; ils ne se font point concurrence et peuvent vivre l'un à côté de l'autre, comme il est facile de le démontrer.

L'emploi de la vanilline ne s'est point, en effet, opposé au développement croissant de la production de la vanille[1] ; tandis qu'en 1880 les colonies françaises exportaient 18.838 kilogs de vanille, la production était en 1890 de 50.231, en 1900 de 95.760 kilogs ; enfin, en 1908, elle atteignait 215.391 kilogs Ainsi, en vingt-huit ans, la production de la vanille a crû dans la proportion de 1 à 12.

Quant aux prix, régis par la règle de l'offre et de la demande, ils varient chaque année : de 1880 à 1890, ils étaient en moyenne de 25 francs le kilog ; de 1890 à 1900, de 33 fr. 60 ; de 1900 à 1908, de 46 fr. 50. Le prix moyen le plus bas a été 16 francs (1881, 1883, 1888), le prix le plus haut 60 francs (1901, 1902, 1907).

Pendant ce temps, la vanilline, dont le prix était de 1.800 francs en 1880, s'abaissait progressivement pour atteindre le prix de 45 francs le kilog à l'heure actuelle.

On voit nettement que ces deux produits ne remplissent pas le même but ; la production de la vanille va sans cesse en grandissant et son prix croît également ; la production de la vanilline va aussi en grandissant, mais son prix va sans cesse en s'abaissant et n'est plus aujourd'hui que le quarantième de ce qu'il était en 1880.

[1] Dans les synthèses que nous venons d'envisager, les produits qui servent de point de départ : l'anthracène et la naphtaline, sont extraits du goudron de houille. Dans d'autres, au contraire, comme le camphre, la vanilline, ce sont des produits naturels qui sont utilisés pour leur préparation : essence de térébenthine, essence de girofle, et ils entraînent avec eux les aléas qui leur sont inhérents.

[1] M. Haller, dans son Rapport de l'Exposition de 1900, a exposé les mêmes conclusions.

3. *Musc artificiel et musc naturel.* — Nous avons là encore un produit synthétique qui ne possède qu'une des propriétés du produit naturel, et, comme dans l'exemple précédent, il n'y a pas eu de concurrence commerciale.

L'exploitation industrielle des muscs artificiels, dont la puissance odorante est cependant énorme, n'a pas eu de retentissement sérieux sur les cours du musc naturel. Le kilog de musc Tonkin était coté en 1882 : 3.400 francs ; en 1891 : 3.800 francs ; en 1902 : 3.200 francs ; il est en 1909 de 3.500 francs.

Ici, on ne peut pas établir de comparaison entre la production des deux articles. Le musc naturel, résultat d'une chasse et non d'une culture ou d'un élevage, tend, croyons-nous, à se faire un peu plus rare, comme les fourrures, car l'appât du gain pousse les chasseurs à détruire sans réserve.

Enfin, constatons que la synthèse de l'ionone, corps qui possède en partie le parfum de la violette, mais en partie seulement, n'a pas nui à la culture de la fleur, dont la production a été sans cesse en croissant, en même temps que les prix devenaient plus fermes.

III

Ainsi donc, quand le produit synthétique n'est qu'un succédané inférieur en qualité, il est sans influence sur le développement du produit naturel. Mais quand, au contraire, les deux concurrents ont des propriétés identiques, l'œuvre de la Chimie est destinée tôt ou tard à supplanter l'œuvre de la Nature sur le terrain commercial.

L'effort chimique raisonné acquiert, en effet, chaque jour plus de valeur et finit par l'emporter sur les forces naturelles soumises à des fluctuations que l'on ne peut pas régenter.

Toutefois, un facteur peut intervenir et modifier toutes les prévisions : c'est la politique, et nous en avons précisément un exemple en ce moment avec ce qui arrive pour la vanille et la vanilline.

Pour protéger la vanille, ses importateurs ont sollicité des Pouvoirs publics l'imposition, sur la vanilline, d'une taxe de consommation de 220 % *ad valorem*. Si elle était admise, la demande d'un droit aussi prohibitif et excessif serait de nature à révolutionner l'industrie chimique et ses répercussions seraient incalculables.

Laissant de côté, pour un instant, les conséquences commerciales possibles, surtout au point de vue international, je n'envisagerai ici que quelques points plus élevés de l'éternel problème du travail intellectuel et du travail manuel.

Les synthèses chimiques ne peuvent être entreprises qu'après des séries de longues recherches, faites par des hommes éminents, utilisant non seulement leurs propres travaux, mais encore ceux de leurs prédécesseurs. Le travail fait dans le laboratoire doit ensuite être transporté sur le terrain industriel, et il faut aussitôt trouver de nouvelles compétences et faire des sacrifices pécuniaires considérables dont le résultat n'est rien moins que certain. Si l'on arrive ainsi au point de vue commercial à des résultats probants, l'inventeur devra rester sur la brèche pour améliorer son procédé et lutter commercialement contre ceux qui peuvent être trouvés par d'autres. Si le succès récompense de tels efforts, il a été mérité et il ne doit pas exciter de jalousie, d'autant plus que, souvent, il devient le point de départ de créations nouvelles par un sacrifice des bénéfices déjà obtenus.

On ne comprendrait donc pas que, pour protéger la récolte d'un produit naturel, un Gouvernement intervienne en frappant de droits plus ou moins élevés le produit synthétique et qu'il lésât les intérêts légitimes de l'inventeur et de l'exploitant.

Si l'on entrait dans cette voie, on ne voit pas pourquoi on ne frapperait pas bientôt de taxes plus ou moins lourdes toutes les œuvres de l'art et de la pensée, où, souvent, le gain obtenu semble disproportionné avec l'effort fourni !

Il pourrait sembler naturel que, dans un état démocratique, on imposât ces productions, produits de luxe au premier chef, qui ne semblent destinées qu'à des élites. Mais de telles mesures seraient redoutables pour la nation entière. Ce qui fait, en réalité, la fortune et le renom d'un pays, ce sont les œuvres de ses savants, de ses ingénieurs, de ses artistes. Tarir la source des bénéfices que ceux qui ont créé ont le droit d'attendre de leur création, ce serait risquer d'arrêter la production de ces œuvres elles-mêmes. A mon sens, je ne conçois qu'une taxation légitime de certains produits naturels ; c'est celle qui a pour point de départ l'intérêt national. La protection du blé pour veiller à ce que la France puisse se suffire à elle-même et celle d'autres aliments aussi indispensables, sont choses admissibles. En dehors de ces cas exceptionnels, le Gouvernement ne doit intervenir que pour assurer l'essor de son industrie. Protéger la main-d'œuvre nationale, en permettant en France la fabrication des produits fournis par l'étranger, c'est développer la richesse du pays et contribuer à la tranquillité intérieure. Mais s'il se trouve qu'une culture de produits qui ne sont point indispensables à la vie de la nation n'est pas prospère, il n'y a qu'à la supprimer et la remplacer par une autre plus rémunératrice. La protéger par des droits qui lui donnent une existence précaire, c'est frapper la majorité au profit de quelques-uns et faire une œuvre antidémocratique.

A. Béhal,
Professeur de Chimie
à l'Ecole supérieure de Pharmacie
de Paris.

LA BIOLOGIE ET L'HISTOIRE DES MOUCHES TSÉ-TSÉ

Les Glossines, ou mouches tsé-tsé, ont conquis en Biologie et en Pathologie coloniale une place de premier ordre depuis 1895. Elles sont connues des entomologistes depuis un temps beaucoup plus long[1]; mais ce sont les remarquables travaux de Bruce[2], au Zoulouland, qui ont attiré l'attention d'une manière formelle sur leur histoire et sur leur rôle dans la transmission des trypanosomiases africaines. L'intérêt qui s'attache à l'étude de ces mouches est double, à la fois d'ordre scientifique et d'ordre économique. Personne n'ignore aujourd'hui l'étendue des ravages que ces mouches redoutables exercent en Afrique, et les pertes énormes en hommes et en bestiaux que leurs piqûres occasionnent chaque année aux nations européennes intéressées à l'avenir colonial de ce continent. On peut dire que les tsé-tsés représentent l'un des pires fléaux contre lesquels devra pendant bien longtemps encore se heurter la civilisation dans les régions équatoriales et tropicales africaines.

Comment vivent ces mouches; quel est leur rôle dans la transmission de trypanosomes pathogènes; y a-t-il quelque espoir d'arriver à les détruire et par quels moyens : ce sont là des problèmes à l'ordre du jour et qui ont attiré l'attention d'un nombre considérable de chercheurs.

La Mission française qui fut organisée en 1906, par la Société de Géographie[3], pour l'étude de la maladie du sommeil au Congo a orienté dans cette direction une bonne partie de ses efforts. Ce sont les résultats obtenus par elle que je résumerai ici dans deux articles successifs : le présent, qui a trait à la biologie spéciale de la *Glossina palpalis*; l'autre, aux rapports que présente cette mouche avec les différents types de trypanosomes africains de l'homme et des animaux.

I. — Habitat.

La *Glossina palpalis* est une mouche de couleur sombre, de 8 à 10 millimètres de longueur, dont les ailes, au repos, sont repliées sur le dos l'une sur l'autre, comme les lames d'une paire de ciseaux (fig. 1), et dont la trompe aiguë est dirigée horizontalement en avant, à la face inférieure de la tête. Ces deux derniers caractères, celui de la position des ailes et celui de la trompe, sont communs à toutes les Glossines; les caractères qui permettent de différencier la *palpalis* des autres espèces du genre *Glossina* se rapportent en grande partie à des détails minimes de coloration; mais ces différences s'accusent bien davantage et se précisent lorsqu'on fait appel à l'examen des particularités biologiques saillantes de cette mouche.

La *palpalis* est exclusivement africaine, comme toutes les Glossines. Son aire de dispersion (fig. 2) couvre deux larges bandes, l'une centrale, l'autre côtière, mais exclusivement occidentale. La bande centrale, qui se limite à l'est vers le 36e degré de longitude et ne dépasse guère les grands lacs, s'arrête vers le nord au 7e parallèle, vers le sud au 11e. Le long de la côte, la Glossine se rencontre depuis l'embouchure de la rivière Couanza, dans l'Angola, jusqu'aux abords du Cap Vert, point extrême de son extension. La limite de cette zone côtière vers l'intérieur est marquée sensiblement par le 14e parallèle. Ainsi la mouche remonte d'environ 5° plus haut vers le nord dans la région du Soudan Nigérien que dans l'Afrique du Centre.

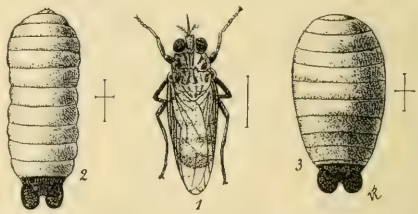


Fig. 1. — *La mouche tsé-tsé.* — 1. *Glossina palpalis* vue de dos, au repos. — 2. Larve au sortir de l'utérus. — 3. Pupe de *Glossina palpalis*.

Les caractéristiques climatériques de cette zone d'habitat sont d'abord une température assez constante, dont la moyenne oscille au voisinage de 25° C., et ensuite une humidité atmosphérique considérable, constamment supérieure à 70 %. C'est le climat de la grande végétation forestière. En effet, la mouche se trouve localisée d'une manière presque constante sous les ombrages des futaies très denses qui se développent le long des rives des cours

[1] Wiedemann a fondé le genre et décrit la première espèce en 1830.

[2] *Further report on Tsetse fly disease or Nagana in Zululand*; Londres, 1896.

[3] Cette Mission fut conçue et organisée par M. Le Myre de Vilers, président d'alors de la Société; alimentée par les dons de souscripteurs divers, parmi lesquels le Ministère des Colonies, le Gouvernement du Congo et de l'Afrique Occidentale, les grandes Compagnies concessionnaires congolaises, elle a été placée sous le patronage scientifique de l'Institut Pasteur et du Muséum. Les membres de la Mission, MM. les Drs Martin et Lebœuf, des troupes coloniales; Roubaud, agrégé des Sciences naturelles, et Weiss, aide-naturaliste, ont effectué leurs recherches de 1906 à 1908 dans un laboratoire permanent installé à Brazzaville.

d'eau et qui constituent la formation bien connue des « galeries forestières ». Il est exceptionnel de rencontrer la *palpalis* en régions découvertes; et, par là, sa biologie se distingue complètement de celle de ses congénères qui infestent les savanes soudanaises, telles que la *Glossina morsitans*. La *palpalis* est une mouche d'ombre, qui craint les steppes arides, ouverts au grand soleil. Dans une zone d'habitat donnée, le long des rives d'un cours d'eau boisé, la distribution de la mouche peut être très uniforme; d'autres fois, au contraire, on constate que l'insecte ne se rencontre que par places; il fait défaut partout ailleurs.

J'ai donné le nom de *gîtes* à ces zones privilégiées où stationne la Glossine. L'observation montre que ces gîtes sont avant tout sous la dépendance des conditions de nutrition capables d'assurer à l'insecte sa subsistance : les mouches se groupent aux endroits où fréquentent à des heures régulières soit les gros animaux domestiques ou sauvages, soit les hommes qui viennent d'eux-mêmes, aux points d'eau, s'offrir à ses piqûres.

C'est ainsi qu'on observe plus particulièrement la Glossine au voisinage des gués des cours d'eau, aux alentours des fosses à manioc, aux places de bain (fig. 3), aux sources où les gens des villages viennent puiser de l'eau, etc. Ces gîtes « au voisinage de l'homme » sont d'un intérêt tout particulier pour la prophylaxie de la trypanosomiase humaine.

Certains gîtes se maintiennent toute l'année avec une constance très remarquable dans la fréquence des mouches qu'on y peut observer. Il en est ainsi, par exemple, sur les bords des grands cours d'eau dont le cours ne s'arrête jamais. Ce sont des *gîtes permanents*. D'autres fois, au contraire, les Glossines ne se rencontrent que pendant une partie de l'année et disparaissent dans l'autre; on peut constater alors que cette disparition temporaire coïncide le plus généralement avec des changements importants survenus dans les conditions hygrométriques de leur gîte : les mouches s'écartent en saison sèche des petits cours d'eau dont le cours s'interrompt, simplement même lorsqu'il vient à se ralentir. Cette notion des *gîtes temporaires* nous amène, par suite, à concevoir l'existence de véritables migrations des mouches, corrélatives elles-mêmes des variations survenues dans le régime hydrographique de certains territoires, suivant les saisons. Ainsi se manifeste également, sous une forme qui se précisera plus tard, la sensibilité toute particulière de l'insecte vis-à-vis de certains facteurs cosmiques qui jouent un rôle important parmi les caractéristiques physiques de sa zone d'habitat. On arrive à des conclusions plus décisives encore en étudiant par la voie expérimentale l'influence de ces facteurs sur la nutrition et la reproduction de notre Glossine.

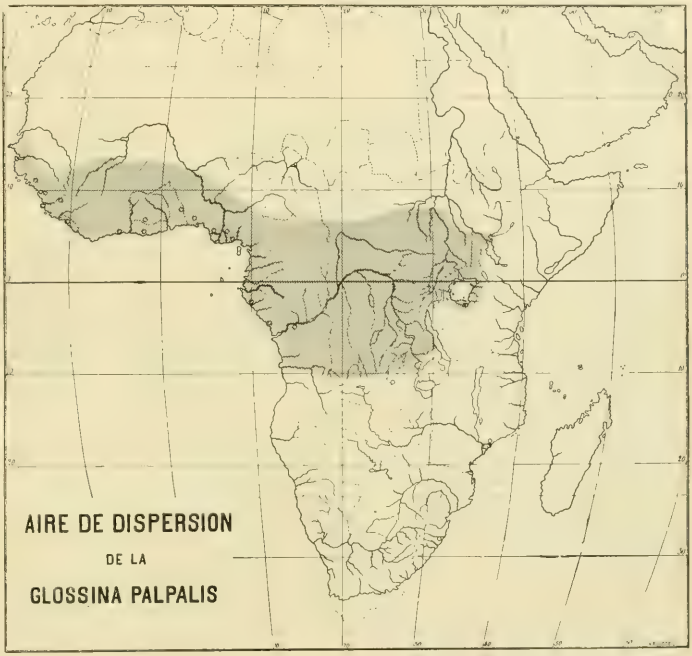


Fig. 2. — *Aire de dispersion de la Glossina palpalis.*

II. — Nutrition.

Toutes les espèces de Glossines se nourrissent exclusivement de sang, les mâles comme les femelles; elles échappent ainsi à cette règle, presque géné-

rale chez les Diptères hématophages, d'après laquelle les femelles seules sont douées d'appétits sanguinaires, tandis que les mâles vivent exclusivement de sucs végétaux. Bien plus, la constitution de la trompe des tsé-tsés ne leur permet pas d'aspirer le liquide nourricier en dehors du torrent circulatoire : lorsqu'on présente à des Glossines à jeun du sang non coagulé dans un vase, elles sont incapables de l'ingérer : les mouches tsé-tsé ponctionnent directement les vaisseaux, et c'est la pression sanguine elle-même qui détermine l'ascension du liquide dans leur trompe. Ce sont donc des Diptères étroitement adaptés à un régime parasitaire chez les Vertébrés, encore qu'ils aient conservé vis-à-vis de leurs hôtes, par leurs allures, une indépendance absolue. Toutes les proies vivantes, pourvu qu'il s'agisse de Vertébrés, conviennent aux Glossines. Elles piquent aussi bien les Poissons, les Batraciens et les Reptiles, même les Crocodiles, que les Mammifères ou les Oiseaux.

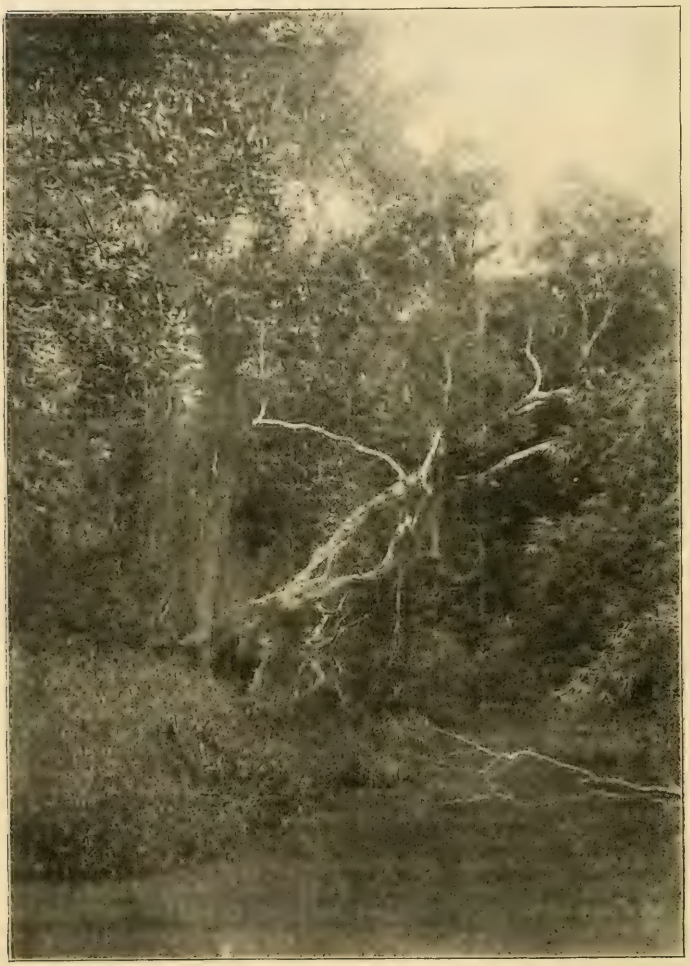


Fig. 3. — *Gîte à Glossina palpalis au voisinage de l'homme.* — Ruisseau dit de la Glacière, à Brazzaville (place de bains).

Le plus souvent, la piqûre dure peu et reste à peu près insensible. En moins d'une demi-minute, on voit l'insecte gonflé de sang quitter la place et s'envoler. D'autres fois, au contraire, un temps beaucoup plus long est nécessaire, et la réaction douloureuse produite par la pénétration de la trompe sous la peau est infiniment plus violente; elle peut être alors suivie, ce qui est exceptionnel, d'un processus inflammatoire.

La quantité de sang qu'absorbe une *Glossina palpalis* au cours d'un seul repas est considérable; elle peut atteindre plus de deux fois le poids de l'insecte à jeun. L'abdomen de la mouche repue est alors exagérément distendu (fig. 4) et forme, surtout à la face ventrale, une énorme saillie teinte en rouge par transparence.

Dans les conditions ordinaires, à la température de 25° C., la digestion de cette masse alimentaire est terminée au bout du troisième jour, et les mouches cherchent alors de nouveau à ingérer du sang. Lorsque la température s'élève, la digestion s'accélère légèrement jusqu'à 28° C.; au delà, elle

se ralentit et ne tarde pas à s'arrêter complètement. Des *Glossina palpalis* repues, mises en étuve à la température de 35° C., ne tardent pas à mourir sans avoir épuisé l'absorption de la masse de sang qui remplit leur tube digestif. On voit donc que, pour le bon fonctionnement de leur appareil digestif, il faut à ces mouches une température voisine de 25° C. C'est précisément celle qui est réalisée dans la zone ombragée qu'elles fréquentent au bord des eaux.

On peut, de même, apprécier l'influence sensible exercée sur la marche des phénomènes digestifs par des variations dans les conditions hygrométriques auxquelles sont soumises les mouches.

En plaçant des Glossines dans des conditions diverses d'humidité atmosphérique, j'ai constaté que la durée de résistance des mouches à un jeûne absolu pouvait atteindre, en air humide saturé, jusqu'à treize jours à la température de 25° C.; en air sec, au contraire, les mouches, même fortement

Fig. 4. — *Position de la mouche pendant la piqûre.*

nourries avant le début de l'expérience, meurent en général au bout de vingt-quatre heures. La durée de résistance au jeûne des Glossines, dans un air constamment saturé de vapeur d'eau, est trois fois plus longue que dans l'air sec, et de sept à neuf fois plus longue que dans l'air normal. Tous ces faits expliquent suffisamment la localisation étroite de ces mouches au bord des eaux courantes et, par contre, leur disparition pendant la saison sèche des ruisseaux dont le cours s'interrompt. Ce sont des raisons physiologiques qui conditionnent leur localisation géographique, donnée fort importante à retenir comme base de toute mesure d'action contre ces insectes.

III. — Reproduction.

1. *Larve.* — C'est surtout par leur mode de reproduction que les Glossines se différencient de la plupart des Diptères piqueurs, en particulier de ceux auxquels elles sont le plus directement apparentées par leurs caractères généraux d'organisation, les Stomoxes. On sait, depuis les recherches de Bruce, en 1895, que les mouches tsé-tsé ne donnent pas naissance à des œufs comme à l'ordinaire, mais bien à des larves qui ont acquis dans le corps de la mère la totalité de leur développement; cette viviparité d'un type spécial, ou *pupiparité*, a pu être suivie dans ses détails à Brazzaville chez la *Glossina palpalis*. L'élevage complet des mouches a été réalisé soit dans des cages de dimensions diverses, soit dans des tubes de verre, fermés par une bande de mousseline et dont on appliquait l'orifice, tous les deux jours, sur la peau d'un animal pour alimenter les Glossines.

Chaque femelle peut donner naissance, après un seul accouplement, à une grosse larve, tous les dix jours en moyenne, à la température de 25° C. La durée de la période de ponte, qui prend fin avec la vie de la mouche, est d'environ trois mois; pendant ce laps de temps, une dizaine de larves au maximum peuvent être produites : les facultés reproductrices des Glossines sont donc, comme on le voit, assez limitées; mais, comme les pontes se produisent toute l'année avec une régularité très grande, et que les produits, pendant leur vie larvaire, sont à l'abri des causes ordinaires de destruction, on conçoit que les mouches pourront très rapidement devenir très nombreuses dans les localités qu'elles infestent, si la nourriture leur est copieusement assurée.

Les larves, ainsi que nous venons de l'indiquer, se développent entièrement dans le corps de la mère. Chaque œuf, lorsqu'il est mûr, descend, en effet, dans l'utérus de la femelle, fécondé au passage par les spermatozoïdes déposés par le mâle dans les réceptacles séminaux; comme la maturation des différents ovules est successive, et séparée par un intervalle de plusieurs jours, il ne parvient jamais qu'un seul œuf à la fois dans la cavité utérine, de sorte que deux larves ne peuvent venir au jour au même moment.

La larve, au sortir de l'œuf (fig. 1), toujours enfermée dans la cavité utérine, subit une mue et ne tarde pas à s'accroître d'une façon très rapide. Elle est entièrement blanche, plus ou moins transparente, complètement dépourvue d'appareils de mastication ou de progression. Vers la fin de sa vie intra utérine, qui dure de quatre à cinq jours à partir de l'éclosion de l'œuf, la région postérieure du corps apparaît différenciée en deux protubérances chagrinées, d'un noir franc, beaucoup plus dures que le reste du corps, sur la teinte blanche duquel elles tranchent vigoureusement. Ces protubérances caudales, vues de face, offrent un contour vaguement réniforme; elles surplombent une cavité où s'ouvrent les orifices respiratoires au nombre de deux. Grâce à ces organes, une sorte de chambre à air est ménagée dans la région postérieure de l'utérus, dont les parois ne peuvent venir obstruer les orifices trachéens.

Mais le trait d'adaptation le plus singulier des

larves de Glossines réside dans leur mode d'alimentation et dans les modifications très particulières de leur tube digestif. Ces larves sont, en effet, nourries, dans l'utérus, du produit de sécrétion de certaines glandes tubuleuses annexes de l'appareil femelle (fig. 5), dont le canal excréteur débouche à l'extrémité d'une papille dorsale émanée de la paroi utérine. Cette papille se trouve juste à la portée de la bouche de la larve, qui peut ainsi *téter* directement le produit liquide qui lui est offert (fig. 6). Son pharynx est, en effet, pourvu d'une sorte de langue musculaire conique L, fonctionnant comme un piston destiné à aspirer la sécrétion nourricière. On ne rencontre aucune trace de cette substance dans la cavité utérine; elle est donc ingérée au fur et à mesure, lorsqu'elle vient sourdre à l'extrémité de la papille qui fonctionne comme une véritable tétine. C'est un *allaitement intra-utérin*. On voit donc qu'une comparaison très inattendue peut s'établir, au moins au point de vue physiologique, entre le mode d'alimentation des larves de Glossines et celui qu'on rencontre en particulier chez les Mammifères inférieurs, les Echidnés parmi les Monotrèmes, et les Marsupiaux, dont les jeunes tettent le lait maternel dans le marsupium cutané qui les abrite.

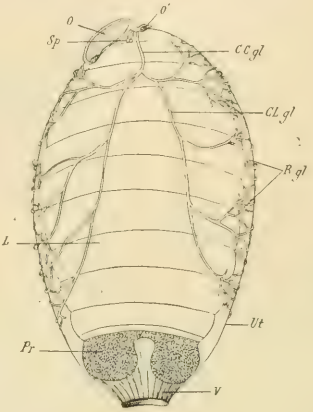


Fig. 5. — *Larve incluse dans l'utérus (vue dorsale).* — *L*, corps de la larve; *Pr*, protubérances; *Ut*, paroi utérine; *C.C.gl.*, *C.L.gl.*, conduits excréteurs des glandes nourricières; *R.gl.*, ramifications des glandes.

Pour compléter l'analogie, le produit des glandes nourricières des Glossines femelles est un liquide comparable au lait non seulement par ses fonctions, mais encore par sa constitution et sa couleur. Vu en grande quantité dans l'estomac de la larve, il offre une teinte d'un blanc vif, et se montre formé d'une petite quantité de matières grasses; mais il est beaucoup plus riche en matières albuminoïdes. La larve ne consomme pas ce lait au fur et à mesure de son ingestion. C'est là encore un des caractères les plus frappants de cette adaptation à la vie intra-utérine. La plus grande partie du produit nutritif s'accumule dans l'estomac larvaire, qui se transforme en un énorme sac, clos en arrière. Le rectum ne communique plus avec ce sac stomacal, auquel il est anatomiquement rattaché cependant; il est, d'autre part, clos également au voisinage de l'anus, ce qui empêche pendant toute la vie larvaire l'émission de produits d'excrétion.

Ces transformations importantes de l'appareil digestif ne sont pas absolument spéciales aux Glossines. On les retrouve, d'après les observations de Pratt, de Berlese, chez d'autres Diptères très différents des Glossines par leur aspect extérieur et leur mode de vie, mais qui présentent absolument le même mode de reproduction que ces mouches. La tribu des Pupipares comprend, en effet, des formes parasites des Vertébrés à sang chaud pour la plupart, qui présentent également la faculté de donner naissance, dans la majorité des cas, à des larves vivantes ayant achevé leur croissance. Ces parasites vivent en rapports plus ou moins constants avec le corps de leurs hôtes, les uns pourvus d'ailes comme les Hippobosques et capables de se déplacer librement d'un hôte à l'autre, les autres complètement aptères comme les Mélophages des moutons et les Nyctéribies des Chauves-souris et ne quittant guère les animaux qui les nourrissent. Or il est très remarquable de constater que ces différentes formes, quelque dissemblable qu'elles puissent être les unes des autres et des Glossines, partagent toutes les mêmes propriétés reproductrices. Bien plus, ce qu'on connaît de l'appareil génital femelle et de l'organisation larvaire des Pupipares montre des modifica-

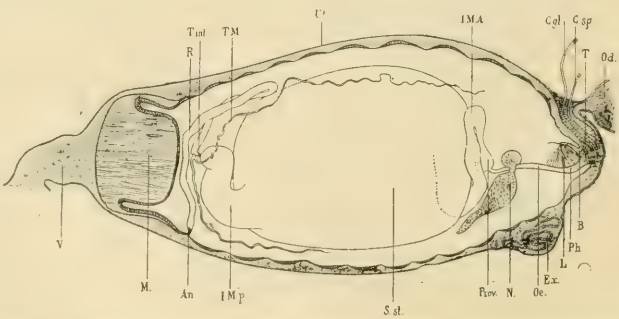


Fig. 6. — *Coupe sagittale d'une larve incluse dans l'utérus.* — B, bouche de la larve; L, langue; T, tétine; C.gl., conduit excréteur des glandes nourricières; S.st., sac stomacal; R, rectum; An., anus.

tions adaptatives et un mode de nutrition du produit exactement comparables à ceux que nous avons décrits chez les Glossines. En particulier chez le Mélophage, Léon Dufour, Leuckart et Pratt ont signalé des glandes ramifiées annexes de l'appareil femelle qui sécrètent le produit dont s'alimente la larve, et Pratt a fait connaître, pour cette dernière, un appareil digestif, avec réservoir stomacal et langue pharyngienne, du même type manifestement que celui des larves de Glossines.

Des modifications semblables chez des êtres appartenant à des groupes différents, plus ou moins séparés les uns des autres, s'expliquent par un phénomène de convergence déterminé par des influences physiologiques identiques. Il est facile de se rendre compte, en effet, que les facteurs biologiques auxquels sont soumises les Glossines dans la Nature (température constamment élevée, nutrition sanguine abondante) se retrouvent identiquement pour les Pupipares parasites, qui vivent également à une température élevée et constante sur le corps de leurs hôtes, mammifères ou oiseaux, et se nourrissent exclusivement de sang comme les Glossines. La *pupiparité* est donc un processus de viviparité conditionné par certaines influences physiologiques assez précises.

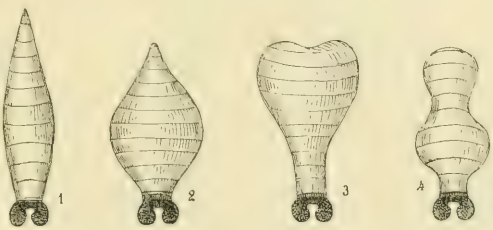


Fig. 7. — *Aspects successifs offerts par une larve pendant la reptation.*

La perfection si remarquable du mode de nutrition des larves chez les Glossines s'accompagne, chez les femelles, d'une sensibilité extrême dans le fonctionnement de l'appareil reproducteur. L'entrée en gestation des femelles fécondées est, en effet, placée dans une certaine mesure sous l'autorité des centres nerveux de ces mouches, qui peuvent régler elles-mêmes le rythme de leurs pontes, soit en suspendant la descente des œufs dans l'utérus où ils doivent se développer, soit en expulsant prématurément les jeunes larves dont l'évolution a commencé à se produire. Lorsque les Glossines mères sont placées dans des conditions biologiques défavorables, elles retiennent leurs œufs dans les ovaires où ils ne peuvent être fécondés, ou bien, si elles sont déjà en gestation, elles se débarrassent de leur larve qui les épuise. Ce sont là des phénomènes d'une délicatesse très grande et qui permettent encore d'apprécier d'une nouvelle manière l'adaptation étroite de la *Gl. palpalis* à son milieu. En effet, si, à 28° C., la ponte est encore normale, mais accélérée, à 30° C. il y a arrêt total de la production des larves; il en est de même si la mouche, qui vit normalement en air très humide, est placée en air constamment saturé : des changements très minimes survenus dans les facteurs normaux de sa zone d'habitat seront donc de nature à déterminer des modifications très grandes dans la marche des phénomènes reproducteurs.

2. *Nymphe.* — Lorsque la larve a terminé sa croissance, elle est expulsée de l'utérus, la partie postérieure en avant. Elle se déplace alors activement à la surface du sol, en déformant son corps (fig. 7), et ne tarde pas à s'enfouir soit dans la terre meuble, soit dans les crevasses ou les fissures de son substratum. Aussitôt qu'elle a pu rencontrer une place favorable, elle s'immobilise, contracte ses téguments, qui durcissent et prennent une teinte d'abord jaune, puis rougeâtre, et finalement d'un noir franc. A cet état la larve s'est transformée en un tonnelet nymphal ou *pupe*. La vie larvaire à l'état libre n'excède guère une demi-heure à une heure au maximum, et pendant ce temps la larve ne prend plus aucune nourriture.

Brumpt, qui, le premier, en 1902, a eu l'occasion d'observer la ponte de la *palpalis* au lac Rodolphe, avait pensé que les larves pouvaient vivre pendant plusieurs jours dans le fumier d'hippopotame ou d'éléphant avant de se transformer : mais il s'agissait là, en réalité, de larves expulsées avant terme.

Dans la Nature, comme l'ont observé Zupitza et Bagshawe, les pupes de la *Gl. palpalis* se rencontrent plutôt sur les troncs d'arbres, sous les écorces, que dans la terre. A cet état, les Glossines sont à peu près complètement à l'abri des atteintes de leurs ennemis. On connaît d'ailleurs peu de destructeurs attitrés, même des mouches adultes, qui échappent facilement par leurs teintes sombres, leur agilité et la puissance de leur vol aux attaques des animaux prédateurs.

Existe-t-il donc pour l'homme lui-même quelques procédés efficaces de destruction des Glossines, quelques moyens de lutter contre ces mouches et de prévenir l'envahissement par elles des centres habités? Nos recherches, faites au Laboratoire de Brazzaville, nous permettent de répondre nettement à cette question par l'affirmative, pour ce qui concerne spécialement la *Glossina palpalis*, qui, de toutes les Glossines, est celle qui vit le plus fréquemment au voisinage de l'homme.

Nous avons déjà fait voir quelle sensibilité présentent les adultes à des variations légères de leurs conditions physiques de milieu : il suffit d'un arrêt du courant dans les ruisseaux pour écarter les mouches qui stationnent sur leurs rives. Les pupes elles-mêmes, en apparence bien protégées contre les influences extérieures, réagissent également d'une manière étroite, surtout à l'égard des actions thermiques.

Dans les conditions ordinaires, la nymphose offre une durée de trente-trois à trente-cinq jours à 25° C. C'est là l'optimum thermique pour la vie nymphale. Si la température s'élève à 28° C. pendant seulement une semaine, il y a raccourcissement notable de la durée nymphale (vingt-six à vingt-huit jours); mais, si cette même température exerce son action pendant un temps plus long, la mort des pupes devient fatale : il en sera naturellement de même et plus rapidement encore si la moyenne dépasse 28° C. Ainsi s'annonce la nécessité d'une ombre continuelle pour les pupes. La conséquence pratique de ces expériences est la suivante : il suffit d'éclaircir par un déboisement partiel les gîtes à *palpalis* pour détruire et écarter les Glossines à coup sûr. Il suffit que le soleil vienne filtrer pendant quelques heures seulement jusqu'à la surface du sol pour rendre inhabitables les fourrés où les mouches abritent leur existence.

La pratique du *débroussaillement* a été empiriquement préconisée depuis longtemps comme moyen d'action contre les Glossines. Les données nouvelles acquises sur la biologie de la *palpalis* fournissent un appui rationnel à cette mesure, et il est à souhaiter que des instructions formelles viennent organiser d'une façon méthodique la lutte contre ce dangereux diptère dans les territoires infestés : les fonctionnaires coloniaux, commandants de cercles et chefs de postes, trouveront dans les notions biologiques qui précèdent les éléments nécessaires pour faire œuvre réellement utile.

Fig. 8. — *Gîte à Glossines éclairci par le débroussaillement.*

Sans doute, le déboisement partiel des gîtes ne peut être pratiqué sur de vastes étendues du cours des fleuves et des rivières, surtout dans la région équatoriale, où la tâche est particulièrement difficile en raison de l'exubérance de la végétation. Il faudra se borner à un débroussaillement convenable des gîtes dans les centres fréquentés, au voisinage de l'homme et des animaux domestiques.

La figure 8 représente les conditions de déboisement nécessaires pour amener la disparition complète des Glossines d'un gîte au voisinage de l'homme.

Dans un autre article, nous étudierons le rôle des Glossines dans l'étiologie des trypanosomiases.

E. Roubaud.
Docteur ès sciences, Attaché à l'Institut Pasteur.

L'OXYGÈNE INDUSTRIEL

L'industrie de l'air liquide a déjà à son actif des résultats incontestables et fort encourageants. Dès maintenant, tous les autres procédés d'obtention de l'oxygène ont pratiquement devant elle baissé pavillon; des usines importantes fonctionnent un peu partout, soit, pour ne parler que de mes procédés, à Paris, Lyon, Marseille, Lille, Liége, Francfort, Gênes; d'autres fonctionneront bientôt à Nantes, Nancy, Bilbao, Athènes, Glasgow, Hanoï, en Autriche et en Russie. Les appareils Linde, d'autre part, sont également très répandus. Avec l'économie des nouveaux procédés, avec la baisse de prix qui en est résultée, avec la facilité donnée par cette diffusion même à l'emploi de l'oxygène, les deux remarquables applications actuelles de ce corps, soudure autogène et coupage des métaux, se sont développées avec une vigueur toute naturelle, à mon avis, mais qui n'a pas laissé que d'étonner nombre d'incrédules.

De cette vigueur, un fait éloquent donnera d'ailleurs la mesure: cette industrie de l'oxygène comprimé appartient à la catégorie privilégiée des industries qui voient leur débit, sinon leur chiffre d'affaires, doubler ou presque tous les ans. Aussi, sans qu'aucune autre branche encore ait été touchée dans l'énorme domaine des applications possibles de l'oxygène et de l'azote, cette situation permet d'ores et déjà de rémunérer largement les six ou sept millions qui ont eu foi dans nos promesses. On jugera par là de l'avenir et on me permettra la satisfaction de constater que j'étais assez bien inspiré dans les prévisions que je formulais au début de mes recherches — voici tantôt 10 ans, hélas!

Telle est l'œuvre d'hier. Assurée, grâce à elle, d'une large existence, disposant désormais des ressources nécessaires, la nouvelle industrie entre dès maintenant dans l'ère des grandes applications.

I

Ici, il faut l'avouer, tout est encore à faire. A une exception près, dont nous dirons un mot tout à l'heure, la grande industrie ignore encore l'oxygène. Les essais qui se sont poursuivis ces dix dernières années sur la production de ce corps par la liquéfaction de l'air n'ont pas eu le don de la convaincre: elle n'a voulu y voir que des essais, intéressants sans doute, mais parfaitement incapables de conduire aux prix très bas qu'avec raison elle juge nécessaires.

A vrai dire, l'état de choses actuel n'est guère de nature, à première vue, à modifier cet état d'esprit de la grande industrie, car, si, d'aventure, elle a besoin de quelques mètres cubes d'oxygène pour sauver, grâce à la soudure autogène, quelque pièce de prix ratée à la coulée, couper ses plaques de blindage ou araser ses masselottes, cet oxygène, quoique fabriqué neuf fois sur dix à l'aide de l'air liquide, lui est en général livré à des prix bien éloignés sans doute des six ou sept francs d'antan, mais ne descendant guère au-dessous de la valeur encore rafraîchissante de deux francs le mètre cube.

C'est la vérité.

Mais qu'on aurait tort de conclure!

Dans cette industrie de l'oxygène comprimé en tubes, le coût de la fabrication est assez peu de chose; les frais de manutention, de compression, de transport, l'amortissement de tubes lourds et coûteux, longtemps immobilisés chez le client, sont, par contre, des facteurs importants, et, au surplus, le prix élevé se justifie ici par la nature des services rendus.

Dans la grande industrie, au contraire, tous ces *impedimenta* disparaissent — on me pardonnera d'anticiper sur les événements en parlant au présent pour le plaisir de mes oreilles. Ici, l'oxygène est consommé sur place, au sortir même des appareils, à la pression atmosphérique. L'industriel ne se trouve en présence que d'appareils simples, robustes, peu encombrants, d'une facilité de conduite extrême et qui doivent d'ailleurs, aux conditions de température inaccoutumées auxquelles ils fonctionnent, une puissance spécifique, une intensité de production dont il serait difficile de trouver l'équivalent dans d'autres industries. On pensera sans nul doute que j'exagère. Les quelques personnes du monde industriel qui s'intéressent à cette question de la liquéfaction de l'air tiennent assez volontiers les appareils qu'elle met en jeu pour de simples joujoux de laboratoire. Je les surprendrai certainement en leur disant qu'une modeste salle d'usine

de 20 mètres sur 30 abriterait intégralement un matériel capable d'une fabrication annuelle de *cinquante millions* de mètres cubes d'oxyène pur, soit la production d'une usine à gaz capable d'alimenter Lyon ou Marseille — et Toulouse par surcroît! Or, une telle usine à gaz serait à proprement parler un monde au regard de l'usine d'oxygène dont je viens de parler, et c'est une véritable armée d'ouvriers qui s'y agiterait, alors que, dans notre cas, un personnel infiniment restreint, 15 personnes par exemple, serait suffisant. Quelle caractéristique précieuse encore que celle-là à une époque où la main-d'œuvre devient si cavalière et où un mot nouveau, celui de sabotage, s'est fait, de la brillante façon qu'on sait, sa place dans notre langue — et dans notre industrie!

Ainsi, loin d'être des joujoux, les appareils de séparation fondés sur la liquéfaction de l'air sont avant tout des instruments propres à la grande, à la très grande industrie. Il serait temps qu'on voulût bien l'admettre, et, l'admettant, qu'on se mît à l'œuvre pour utiliser cet admirable outil, l'oxygène à vil prix.

Fort heureusement, on commence à s'en apercevoir. La puissante firme métallurgique belge, la rivale de Cockerill, Ougrée-Marihaye, qui a dès le début témoigné à notre cause l'intérêt le plus éclairé, qui a accordé dans ses usines mêmes à nos appareils une large hospitalité, qui s'est ainsi mise à même d'en étudier au jour le jour le fonctionnement pendant trois années, vient de tirer de ses observations et de ses réflexions la conclusion la plus flatteuse qu'il nous était possible d'ambitionner; elle vient de commander à la Société *L'Air Liquide* trois appareils de chacun 200 mètres cubes d'oxygène pur à l'heure, à l'effet d'étudier l'action d'une suroxygénation notable de l'air lancé dans l'un de ses hauts fourneaux. C'est, pour une simple expérience, plus de 3 millions de mètres cubes d'oxygène qui, chaque année, disparaîtront dans la fournaise. D'autres applications d'envergure comparable sont également à l'étude en ce moment : c'est un début qui promet et qui est de nature à nous faire oublier les lenteurs du passé.

II

C'est qu'en effet les conditions étaient vraiment peu encourageantes qui, par l'indifférence passée, étaient faites à ceux qui ont joué une partie hasardée en s'attaquant à ce problème de l'extraction de l'oxygène par liquéfaction de l'air, et qui, l'ayant gagnée, pouvaient espérer pour leurs efforts une plus prompte récompense. A l'origine, ils se sont fait traiter de fous — tout simplement — tant l'obtention de ces températures voisines de — 200° avait coûté d'efforts aux physiciens de l'autre siècle, tant il pouvait paraître déraisonnable et chimérique de prétendre les transporter sur le terrain industriel. Pourtant, grâce à un labeur prolongé pendant dix ans, — pendant quinze ans même, si l'on considère le cas du Professeur Linde, mais lui, du moins, avait d'autres cordes à son arc, — ils ont vu petit à petit toutes leurs prévisions se réaliser, quant au côté technique du moins. Ils ont pu obtenir l'air liquide, d'abord goutte à goutte, — et ce fut un beau jour pour eux, après tous les échecs, tous les déboires, tous les découragements passés, — puis de plus en plus abondamment, de plus en plus économiquement. Cet air liquide leur a alors fourni l'oxygène, d'abord à grands frais par sa vaporisation simpliste à l'aide de la chaleur ambiante, ensuite en faisant intervenir le principe fécond de la récupération du froid, enfin en mettant en œuvre le principe de la rectification, appliqué tout d'abord par Linde, et qui, joint au fait de la liquéfaction anticipée de l'oxygène, m'a permis d'arriver simplement à la séparation intégrale de l'air traité en oxygène pur et azote pur. Je n'insiste pas sur tous ces points, sur lesquels les savants et aimables articles de M. Mathias ont édifié, mieux que je ne le saurais faire, les lecteurs de la *Revue*.

Enfin, les principes essentiels étant posés, ils ont pu se préoccuper de perfectionner petit à petit, de mettre au point la construction des appareils eux-mêmes; ils sont ainsi arrivés à des types donnant toute satisfaction et qui, forts aujourd'hui d'une expérience vieille déjà de trois ans, ne subiront vraisemblablement plus dans l'avenir de modifications essentielles. La technique actuelle est donc à la hauteur de tous les besoins, si énormes puissent-ils être. Quant à la puissance de production, des appareils de 1.000 mètres cubes d'oxygène pur à l'heure pourraient être réalisés aujourd'hui sans la moindre difficulté, qui fonctionneraient sous *dix atmosphères* seulement et produiraient pour chaque cheval-heure *un mètre cube et demi* d'oxygène pur. Quant au coût de l'oxygène ainsi produit, un fait précis fixera les idées : nous avons, dans la circonstance ci-dessus indiquée, donné des garanties qui, pour des appareils de 200 mètres cubes à l'heure seulement, font ressortir le prix de fabrication du mètre cube, amortissement compris, à 3,2 centimes seulement, la force motrice étant comptée à 2 centimes le cheval-heure. Si l'on considère que, pour obtenir ce mètre cube d'oxygène, il faut comprimer, dessécher, décarbonater, liquéfier, puis vaporiser et rectifier près de 6 mètres cubes d'air, on arrive à cette conclusion, sans doute exempte de banalité et qui eût en tout cas stupéfié en 1877 les enthousiastes témoins de l'expérience mémorable de Cailletet, que liquéfier

6 mètres cubes d'air pour 3 centimes est une opération avantageuse! Avec des appareils de 1.000 mètres cubes à l'heure, c'est 2,5 centimes qu'il faudrait dire et moins encore avec la force motrice hydraulique. Avec de tels moyens d'action, comment peut-on ne pas encore être entré à corps perdu dans l'ère des grandes applications? Car, je l'ai déjà dit, jusqu'en ces temps derniers, c'était plutôt le scepticisme qui avait prévalu. Quel paradoxe en une époque si avide de progrès!

Si nous nous reportons en arrière, au reste, combien plus encourageante en son temps fut la situation faite à l'industrie électrique, qui, dès ses premiers balbutiements, voyait les applications naître à l'envi autour d'elle et ne pouvait s'en prendre qu'à elle-même de la lenteur de ses progrès! Je ne prétends pas sans doute comparer les deux choses, mais je ne voudrais pas non plus que des prophètes à courte vue s'avisassent d'expliquer cette différence de traitement en admettant que l'électricité industrielle correspondait effectivement à une nécessité, tandis que l'oxygène industriel serait en quelque sorte une superfétation, puisque l'atmosphère le met gratuitement à notre disposition.

Si de tels sceptiques pouvaient se rencontrer, je les inviterais à contempler l'insoutenable éclat d'un foyer de forge traversé par quelques mètres cubes d'oxygène à l'heure, à assister au spectacle bien plus impressionnant encore d'un bloc d'acier s'effondrant silencieusement en une rivière de feu sous le souffle tranquille d'un peu d'oxygène. Et je leur demanderais s'il est admissible qu'un corps aussi prodigieusement actif, qu'un corps capable de relever de milliers de degrés les températures de nos combustions, de provoquer ainsi toute une chimie nouvelle, capable d'augmenter de 40 °/₀ le rendement de réactions qui servent de base à d'énormes industries comme celle de la fixation de l'azote par l'arc électrique, d'améliorer de 300 °/₀ peut-être la fabrication de l'ozone, de compléter en maintes circonstances des bilans calorifiques que l'emploi de l'air seul ne saurait équilibrer, comme dans la fabrication continue du gaz à l'eau, dans la fabrication du plomb par le procédé Germaux, etc.; qu'un corps qui peut, par surcroît, être produit désormais avec une facilité sans égale, en quantités illimitées, au prix de 20 ou 25 francs la tonne, moins cher que les cailloux, et en donnant comme sous-produit cet autre corps précieux, l'azote; je leur demanderais, dis-je, s'il est admissible qu'un tel corps n'ait pas devant lui le plus beau des avenirs.

Et ils acquiesceraient, certes, mais en s'étonnant d'autant plus de constater qu'en attendant, rien de tout cela n'existe encore.

Or, la raison de cette surprenante abstention est simple; elle tient en un seul mot, et son énoncé même indiquera le but que je me suis proposé en écrivant cet article : si l'industrie se désintéresse de l'oxygène, c'est qu'elle *l'ignore* encore. Que de preuves surprenantes je pourrais donner à l'appui de ce fait! Nul doute que beaucoup des renseignements que j'ai donnés ci-dessus ne soient pour elle de vraies révélations. Puissent-ils être assez convaincants pour l'orienter définitivement dans une voie féconde, dont la Société *L'Air liquide*, dans la mesure de ses forces, s'efforcera d'aplanir les difficultés. La situation acquise le lui permet déjà. Je l'ai dit, les quelques applications actuelles : soudure autogène, pierres précieuses artificielles, coupage des métaux, ont, malgré de multiples entraves, pris un développement vraiment remarquable. Le chiffre des transactions qu'elles déterminent atteint d'ores et déjà plusieurs millions par an dans notre seul pays. Grâce à cette heureuse circonstance, les promoteurs de cette nouvelle industrie, plus heureux que tant d'autres, ont eu le temps de voir tourner le vent et arriver l'époque des récoltes fructueuses.

Les personnes ne sont rien, dira-t-on; le tout, c'est que le progrès avance. Grand merci. On me permettra d'être sur ce point d'un avis différent et de respirer l'air avec plus d'aise depuis que le navire a enfin pris le large.

Georges Claude,
Lauréat de l'Institut.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Jouguet (E.), *Ingénieur des Mines.* — **Lectures de Mécanique. La Mécanique enseignée par les auteurs originaux.** (*Deuxième partie* : **L'organisation de la Mécanique**). — 1 *vol. in-8° de* 284 *pages avec* 31 *figures.* (*Prix* : 10 *fr.*) *Gauthier-Villars, éditeur. Paris*, 1909.

Nous avons eu l'honneur, déjà, de présenter aux lecteurs de la *Revue générale des Sciences*[1] la première partie de ces lectures. Cette première partie était intitulée : *La naissance de la Mécanique.* Elle prenait, en effet, l'étude *des mécaniques* au moment où elle cesse d'être une collection de recettes techniques pour s'élever au rang de doctrine rationnelle; elle écoutait les premiers bégaiements de cette théorie, cherchant, dans les *Questions mécaniques* d'Aristote, à faire dériver de la loi du levier les propriétés de tous les mécanismes, et à relier la loi même du levier aux principes dont se réclamait alors la Dynamique. Elle décrivait les tentatives faites par Archimède pour introduire dans l'étude de l'équilibre des solides et des liquides la rigueur à laquelle Euclide avait habitué les géomètres. Puis elle suivait les progrès de la science jusqu'au moment où Galilée, Descartes, Huygens, Leibniz et les Bernoulli lui faisaient inaugurer l'âge adulte.

La seconde partie des *Lectures de Mécanique*, que nous avons aujourd'hui sous les yeux, a pour titre : *L'organisation de la Mécanique.* Dès la première page, nous trouvons l'exposé, à tout jamais mémorable, des lois de la science du mouvement, tel que Newton l'a donné au livre des *Principes.* La netteté, l'ordre, la fermeté de cet exposé nous font, du premier coup, éprouver une impression profonde. La théorie qui s'exprime avec cette calme lucidité est, nous le sentons, sûre de marcher dans la voie de la vérité, dans la voie qui conduit aux grandes découvertes; elle a, maintenant, conscience de sa force, et elle le laisse voir; sa marche, nous le devinons, ne sera plus qu'un continuel progrès.

Ce progrès, de quelle nature sera-t-il? Va-t-il se faire par une continuelle addition de vérités nouvellement acquises aux vérités déjà reconnues? Verrons-nous l'observation et l'expérience poser sans cesse de nouveaux problèmes, le mécanicien résoudre ces problèmes, les solutions trouvées prendre rang à la suite des solutions données à de plus anciennes questions, en attendant qu'un nouvel apport de théorèmes vienne grossir cet empilement de propositions? Non pas. Une morte stalactite grossit de la sorte, parce qu'une nouvelle couche calcaire vient incessamment recouvrir de ses cristaux la concrétion des couches sous-jacentes. Mais la Mécanique croît à la façon d'un être vivant; la moindre parcelle de nourriture va renouveler quelque chose de la substance des organes les plus intimes; la solution de la moindre question vraiment nouvelle retentit jusqu'aux premiers principes de la Mécanique. Pour préparer l'aperception d'une vérité longtemps cachée, pour se garer d'une erreur dont le danger n'avait pas encore été soupçonné, il faut, aux principes, faire subir d'incessantes retouches; il faut expliciter des affirmations qu'ils renfermaient en puissance, accentuer des distinctions trop vagues, préciser des conditions sous-entendues, élargir par d'audacieuses généralisations des propositions que gênaient des restrictions inutiles. Bien plus; pour faire rendre aux principes tous les effets dont ils sont capables, pour voir clairement tout ce qu'ils contiennent, il faut souvent changer l'ordre dans lequel ils se tenaient jusque-là, donner la primauté à ce que l'on avait regardé comme un corollaire, reléguer au second rang telle vérité que l'on avait mise au premier, placer en pleine lumière telle idée qui était demeurée dans la pénombre.

Aussi, l'histoire qui nous retrace *l'organisation de la Mécanique* nous fait-elle assister à une lutte incessante; sans cesse l'observation et l'expérience posent au mécanicien des questions nouvelles, et sans cesse, pour répondre à ces questions, le mécanicien est obligé de remanier de fond en comble le système scientifique qui lui en doit fournir les solutions.

M. Jouguet a donné à deux des chapitres de son livre, et des plus importants, le titre que voici : *L'expérience et le travail de l'esprit.* Ce titre, il aurait pu le donner à l'ouvrage tout entier, car il en exprime vraiment la pensée dominante.

« Comme pour toute science physique, dit l'auteur (p. 36), les lois de la Mécanique résultent d'une élaboration, par notre pensée, des données de l'expérience, et contiennent à la fois des éléments empruntés au monde extérieur et des éléments introduits par la forme même de notre esprit. *Homo additus Naturæ*, a dit Bacon en parlant de l'Art; cette formule est également vraie pour la Science. Faire le départ de ces deux sortes d'éléments est un problème assurément fort beau, mais aussi fort difficile, d'autant plus difficile qu'une partie au moins de la forme de notre esprit a été déterminée par le monde extérieur et doit être, en définitive, rapportée à l'expérience. »

La Mécanique résulte donc d'un confluent entre deux courants, celui qui naît de l'expérience et celui qui prend sa source dans notre esprit. Comme ces fleuves que la couleur différente de leurs eaux continue à distinguer après que leurs lits se sont réunis, les deux courants qui forment la Mécanique se reconnaissent au caractère particulier que chacun d'eux communique à la science. L'expérience y met la nécessité, et l'esprit humain la liberté. Toute théorie mécanique est contrainte de s'accorder avec tout fait d'expérience dûment constaté; et de là une rigoureuse nécessité qui s'impose logiquement à la science. Mais toute théorie mécanique est une œuvre de l'esprit humain; pourvu donc qu'il arrive à systématiser sans contradiction, sans omission, sans déformation, les enseignements de l'expérience, le mécanicien peut les grouper dans l'ordre qu'il lui plaît, autour des principes qu'il lui a convenu de choisir; cet ordre et ces principes dépendent de son libre arbitre.

Nécessité donc en la matière de la Mécanique, qui est l'apport de l'expérience; liberté en la forme de la Mécanique, qui est l'apport de l'esprit.

De la nécessité découle l'unité; l'expérience impose à tous les mécaniciens les mêmes enseignements, elle leur fournit la même matière; par là, tous les mécaniciens sont tenus d'adopter une même Mécanique; pour résoudre un problème concret et bien déterminé, ils n'ont pas le droit d'offrir des formules différentes et de les prétendre également vraies.

Et d'autre part, de la liberté découle la variété. Pourvu que tous les mécaniciens soient conduits à la même formule lorsqu'ils ont à résoudre un des problèmes particuliers que leur pose l'expérience, il leur est loisible de parvenir à cette formule par les chemins les plus divers, à partir de principes très différents. Chacun d'eux est libre d'adopter sa Mécanique.

[1] *Revue gén. des Sciences*, 15 décembre 1908, p. 956.

Il y a donc une Mécanique unique et, aussi, une infinité de Mécaniques distinctes; en sorte que la Mécanique, et plus généralement la Physique théorique, peuvent légitimement se parer de cette formule, qui a si souvent servi à définir l'Art : L'unité dans la variété.

Si l'on doutait, d'ailleurs, que la Mécanique rationnelle pût être un art, il suffirait de parcourir les *Lectures* de M. E. Jouguet; la vue de ces chefs-d'œuvre produits par les mécaniciens des diverses Ecoles convaincrait bientôt que le Beau n'est que la splendeur du Vrai.

P. Duhem,
Correspondant de l'Institut de France,
Professeur à l'Université de Bordeaux.

2° Sciences physiques

Zenneck (Professeur Dr J.). — **Les Oscillations électromagnétiques et la Télégraphie sans fil.** (*Ouvrage traduit de l'allemand par* MM. P. Blanchin, G. Guérard, E. Picot, *officiers de marine.*) — 2 *vol. in-8° de* 505 *pages. Gauthier-Villars, éditeur, Paris,* 1909.

Lors de son apparition, la télégraphie sans fil a pu être considérée comme une simple illustration de l'étude générale des oscillations électriques. Mais, à mesure que s'étendaient ses applications, se créait une technique nouvelle, et naissait le besoin d'étayer cette technique de bases théoriques sérieuses. L'emploi des puissances mises en jeu dans les stations à grandes portées, la recherche de procédés capables de permettre à des stations désormais nombreuses de communiquer entre elles sans se troubler mutuellement, attiraient l'attention des physiciens sur des phénomènes sinon nouveaux, du moins peu étudiés, et suscitaient nombre de travaux théoriques et de recherches expérimentales.

Aussi, à l'empirisme du début se substituait-il peu à peu une doctrine méthodique.

Il faut savoir gré au Dr Zenneck d'avoir exposé cette doctrine avec beaucoup de clarté en coordonnant les nombreux travaux théoriques et expérimentaux récents, épars dans des publications très diverses.

L'ouvrage du Dr Zenneck constitue le traité théorique le plus complet et le plus sérieux qui ait été publié sur la télégraphie sans fil : aussi est-il appelé à figurer comme livre de fond dans la bibliothèque de tous les techniciens.

L'ouvrage est divisé en deux volumes : le premier est consacré presque tout entier à l'étude des courants alternatifs de basse fréquence.

L'auteur part, en effet, des relations établies pour les oscillations électromagnétiques lentes pour en déduire les relations relatives aux oscillations rapides, en tenant compte des changements produits par l'accroissement de la fréquence.

Ce premier volume peut être considéré, non seulement comme une introduction utile à l'étude des oscillations électriques, mais comme un véritable traité didactique capable de servir de base à l'étude approfondie des applications industrielles des courants alternatifs.

Le second volume, qui est consacré à l'étude des oscillations électriques, débute par un chapitre sur les oscillations propres des oscillateurs ouverts, d'importance capitale au point de vue de la télégraphie sans fil.

On y trouve ensuite l'étude théorique des divers cas de résonance en haute fréquence : action d'une oscillation (amortie ou non) sur un résonateur; étude complète des divers couplages (inductifs et galvaniques) et des phénomènes qui prennent naissance dans les circuits associés selon leur valeur (couplages lâches et couplages serrés).

Le mécanisme de la propagation des ondes le long des fils et de la production des ondes stationnaires est longuement développé et illustré d'expériences frappantes et originales.

Le Dr Zenneck insiste, à plusieurs reprises, sur les propriétés du bolomètre, qui en font l'instrument de mesures, par excellence, pour les oscillations électriques, et montre tout le parti qu'on en peut tirer pour le tracé des courbes de résonance en l'associant en couplage lâche avec un résonateur accordé.

La fécondité de la méthode même de Bjerknes — que l'auteur a contribué à développer et à laquelle il a apporté de notables simplifications — ressort des nombreuses et intéressantes applications qui en sont faites au cours des théories exposées.

Les phénomènes relatifs à la télégraphie sans fil proprement dite sont étudiés à fond dans deux chapitres spéciaux qui constituent la partie la plus originale de l'ouvrage. Sans insister sur les particularités de construction des appareils, variables avec chaque constructeur, l'auteur y décrit méthodiquement et avec une grande clarté les dispositifs employés.

Le Dr Zenneck s'est volontairement abstenu de l'emploi de l'analyse. Afin de se mettre à la portée d'un auditoire d'étudiants peu familier avec la Physique mathématique, il s'est astreint, autant que possible, à étudier les relations en s'appuyant sur des considérations géométriques ou expérimentales. Une pareille méthode ne lui permettait pas d'exposer avec quelque rigueur la théorie de la propagation des ondes électromagnétiques. Aussi s'est-il borné à en résumer les résultats — seuls utiles à connaître d'ailleurs pour les applications à la télégraphie sans fil — dans deux chapitres. L'un de ces chapitres, très court, qui traite du champ de l'oscillateur de Hertz, est inséré au cours de l'ouvrage (avant l'étude de l'émetteur en télégraphie sans fil). L'autre est reporté à la fin du second volume et donne un complément intéressant d'électro-optique.

Les développements mathématiques sont rejetés à la fin de l'ouvrage, dans une série de notes concises que le lecteur consultera avec fruit, en même temps que la bibliographie qui est fort bien faite et constitue une mine très riche de documents.

Désireux, d'une part, de conserver dans les relations la symétrie qui existe entre les grandeurs électriques et magnétiques en faisant ressortir ce qui a trait aux oscillations électriques, d'autre part, de pouvoir faire des applications numériques, l'auteur a été conduit à suivre la méthode employée par Cohn, dont il a utilisé les notations, et qui consiste à n'introduire dans les formules générales aucun système de mesure déterminé. Les formules sont d'ailleurs mises sous une forme qui permet de passer aisément pour les applications, soit au système C. G. S., soit au système d'unités pratiques.

De nombreux tableaux placés à la fin du second volume donnent les valeurs des constantes utiles à connaître (constantes diélectriques, potentiels explosifs, résistivités, etc.), ainsi que les relations dont on est appelé à faire un usage courant dans la technique de la télégraphie sans fil (coefficients de self-induction, capacités, résistance des conducteurs en haute fréquence, décréments et couplages, etc.).

Plusieurs de ces formules sont calculées numériquement et les résultats en sont disposés en barèmes clairs et faciles à consulter.

L'édition française est une traduction à peu près *littérale* de l'édition allemande. Outre l'alourdissement qui en résulte, cette méthode a conduit les traducteurs à l'emploi de certaines tournures, et à l'introduction de néologismes qui déroutent un peu le lecteur (courants quasi stationnaires, condensance, etc.).

L'adoption des notations mêmes qui sont employées dans l'édition allemande ne paraît pas non plus très heureuse. Bien qu'un tableau de correspondance des diverses notations, placé au commencement de chaque volume, permette d'opérer les substitutions voulues, le lecteur est gêné quand il rencontre la lettre w pour désigner la résistance, la lettre p pour le coefficient de self-induction, la lettre L pour le travail, etc., ainsi que

de nombreuses lettres gothiques ou des signes conventionnels inusités en France.

Ces légères critiques n'enlèvent rien au mérite qu'ont eu les traducteurs à entreprendre une œuvre aussi laborieuse et aussi difficile à mener à bien qu'une pareille traduction technique. Telle quelle, elle rendra service, non seulement aux spécialistes, mais encore à tous ceux qui s'intéressent à la question des oscillations électriques.

La traduction française de l'ouvrage de Zenneck est éditée par Gauthier-Villars : c'est dire qu'elle ne laisse rien à désirer au point de vue de l'exécution typographique, tant comme texte que comme illustrations.

C. Tissot,
Professeur à l'École navale.

Post (J.), *Professeur honoraire à l'Université de Gœttingue*, et **Neumann** (B.), *Professeur à la Technische Hochschule de Darmstadt.* — **Traité complet d'Analyse chimique appliquée aux essais industriels.** — *Deuxième édition française entièrement refondue, traduite d'après la 3e édition allemande par M. le Dr* L. Gautier. — *Tome Ier, 3e fascicule* : **Métaux.** — 1 *vol. grand in-8° de* 301 *pages avec 44 figures* (*Prix* 8 *fr.* 50). *Hermann, éditeur, Paris*, 1909.

Nous avons déjà fait connaître — par l'analyse des fascicules précédemment parus — l'esprit qui a présidé à la rédaction de cet important ouvrage, où les auteurs, tout en s'efforçant de ne donner que les procédés d'analyse reconnus exacts et d'une application facile, ont mis en lumière les seuls facteurs qui permettent d'apprécier la valeur d'un produit.

Des noms comme ceux des Professeurs A. Ledebur et B. Neumann, qui ont rédigé le présent fascicule, inspirent confiance. Ils connaissent les besoins de l'industrie et ils en parlent, non pas en tant que professeurs, car, s'ils font de l'enseignement technique, c'est précisément parce qu'ils ont un pied dans l'industrie, ce qui n'est malheureusement pas toujours la règle dans nos écoles industrielles.

Pour ce qui est de l'échantillonage des métaux en barres ou en lingots, les auteurs réagissent, avec raison, contre le procédé qui consiste à ne prendre que les angles opposés ou à prélever des copeaux au-dessus et au-dessous des barres à des extrémités opposées. Ces méthodes ne fournissent pas, en général, la composition moyenne réelle du métal. A ce propos, on trouvera des figures très suggestives donnant la répartition des éléments au sein du métal.

On a cru devoir indiquer le voltage nécessaire à la marche de l'électrolyse, dans l'analyse électrolytique des métaux; ce supplément d'information, qui est donné dans le présent ouvrage, et aussi dans d'autres traités, est absolument superflu et peut même induire en erreur. Le nombre de volts aux bornes de l'électrolyte n'est pas, en effet, un facteur constant, puisqu'il varie, non seulement pendant la durée de l'électrolyse, mais aussi et surtout avec la forme des appareils employés. L'indication de l'intensité par unité de surface de la cathode, pour un appareil donné, est le seul facteur nécessaire et suffisant.

A propos du dosage de l'antimoine, le bain employé est du sulfhydrate de sodium et non pas du sulfure de sodium.

Nous ajouterons que les auteurs n'ont peut-être pas toujours donné une place suffisante aux travaux faits en dehors de leur pays. L'excellent et savant traducteur a heureusement suppléé en partie à cette lacune.

Ces petites réserves n'enlèvent rien à la valeur incontestable de l'ouvrage qui doit figurer au premier rang de la bibliothèque de tout industriel soucieux de connaître la valeur de ses produits.

A. Hollard,
Chef du Laboratoire central
des Usines de la Cie française des Métaux.

3° Sciences naturelles

Levainville (Capitaine J.), *Docteur de l'Université de Bordeaux.* — **Le Morvan. Etude de Géographie humaine.** — 1 *vol. in-8 raisin, avec 44 figures et cartes*, 40 *phototypies et 4 dessins hors texte.* (*Prix* : 10 *fr.*) *A. Colin, éditeur. Paris*, 1909.

L'inventaire géographique et économique de nos « pays de France » se poursuit méthodiquement. Sous la direction de l'éminent professeur de l'Université de Bordeaux, M. Camena d'Almeida, le Morvan vient d'être l'objet d'une excellente étude, scientifique et richement documentée, due à M. le capitaine Levainville. Il faut louer aussi les éditeurs qui ne négligent rien pour assurer la belle impression et l'illustration abondante et irréprochable de ce genre d'ouvrages.

Le Morvan n'a pas eu d'existence historique à part, mais c'est un « pays » géographique bien individualisé, non seulement au point de vue du sol et du climat, mais encore sous le rapport des facteurs humains : les modes de culture, l'exploitation du sol, l'habitation, les relations sociales; car, « parmi les liens qui maintiennent les groupements humains, il n'en est pas de plus solide que la communauté des occupations industrielles ou agricoles ». Le Morvan est un des pays dont Fustel de Coulanges a dit : « Rien n'a détruit ces unités vivaces dont les noms mêmes ont traversé les âges jusqu'à nous. »

Les cuvettes sont caractéristiques de la topographie du Haut-Morvan. Les populations se sont groupées sur leurs fonds généralement fertiles. Les formes adoucies de la zone bordière, la topographie usée du Bas-Morvan marquent l'existence de l'ancienne pénéplaine; mais, ce qui réunit indissolublement ces trois divisions naturelles, c'est le substratum paléozoïque ou archéen du sol. C'est à l'uniformité de son terrain que ce pays doit l'incontestable homogénéité de son économie et de son ethnographie. L'imperméabilité des terrains, l'altitude, imposent au Morvan le climat le plus excessif du bassin de la Seine; sa température moyenne est semblable à celle du Massif central et des Vosges, 9° environ, c'est-à-dire de 2 à 3° plus basse que celle des régions voisines. Les nuées traînent sur les sommets la moitié de l'année; la hauteur moyenne annuelle de pluie est de 1m,40. Cette quantité considérable s'explique par la situation topographique et aussi par la présence des forêts (42 % du territoire), qui attire la pluie et éloigne les orages à grêle.

L'abondance des précipitations atmosphériques, l'imperméabilité des terrains dont la structure finale tend vers la pénéplaine, ont imposé au Morvan un réseau hydrographique très divisé et qui se complique encore d'une infinité de marais, d'étangs, de tourbières. Sources, étangs, rivières forment un des traits fondamentaux du paysage. Dans son ensemble, « le Morvan est une immense éponge ». Toutes les rivières se déversent au début de leur cours dans un étang collecteur qui règle leur régime et les transforme en transporteurs pour le commerce des bois. Les marchands de bois ont eu raison des minotiers; seule, la petite meunerie, nécessaire aux habitants du pays, subsiste encore. Le flottage est presque le seul mode d'utilisation des rivières morvandelles, bien que, dans ces derniers temps, il ait baissé dans de très fortes proportions. De plus en plus, on emploie le chemin de fer pour le transport du bois.

Au XIXe siècle, l'étendue de la forêt morvandelle reste à peu près stationnaire. Les reboisements balancent et même surpassent les défrichements. La forêt représente 75 ares par habitant (25 pour la France entière); sa densité est fonction de l'altitude et du substratum géologique; la propriété en est très morcelée. Le châtaignier demeure une exploitation accessoire; les vraies richesses de la forêt sont les résineux, les chênes et les hêtres; ces derniers sont, par excellence, les arbres du granit. L'exploitation se fait

encore, en partie, par furetage, c'est-à-dire que le bûcheron n'abat que les branches qui ont atteint leur valeur marchande, mais ce mode, adapté au bois de chauffage, disparaît à mesure que le bois de charpente prend de l'intérêt, de même que le hêtre tend à être remplacé par le chêne ou le sapin.

Le climat, l'altitude reculent les époques de la végétation. Le sol est pauvre en éléments fertilisants. Des améliorations étaient nécessaires pour accroître le rendement des cultures. La charrue brabant a permis des labours plus profonds. L'emploi de la chaux a facilité l'introduction du trèfle et du froment, l'amélioration du seigle et de l'avoine. La surface des terres labourées a peu augmenté, mais les moissons sont dix fois plus rémunératrices. L'augmentation des pâtures, l'amélioration des prés, l'introduction des prairies temporaires dans l'assolement ont permis, même sur les communes les plus élevées du Morvan, l'élevage des bœufs du Charolais. Le sarrazin, la navette, l'orge tendent à disparaître. C'est l'élevage qui tient la première place dans la vie agricole du Morvandeau. Le cheval n'a guère d'importance, le mouton diminue de jour en jour, le bœuf a pris sa place et l'effectif des porcs va toujours croissant.

La petite propriété a toujours occupé une place importante et l'émiettement n'a fait que s'accentuer, allant parfois à l'encontre des progrès modernes, comme c'est le cas en matière d'irrigation. Le métayage est la forme la plus courante pour la mise en valeur de la grande propriété; c'est celle qui rapporte le plus au propriétaire et à l'exploiteur.

L'industrie est réduite à quelques tanneries, meuneries et huileries. De là l'importance des foires pour les approvisionnements, en même temps que pour la vente des produits agricoles. Ces foires se sont concentrées, et aujourd'hui, grâce au développement des voies de communication, les achats tendent à se faire sur place, chez le paysan.

La population est très disséminée, le hameau est l'unité de culture et le mode le plus usité de l'agglomération. Plus on monte, plus la dispersion est grande. Telle commune (Villapourçon) compte jusqu'à 46 hameaux. Il y a groupement sur les placages liasiques et dissémination sur les terrains anciens.

La population est presque entièrement rurale : sur 124 communes, quatre seulement sont urbaines, avec un ensemble global de 15.102 habitants, soit 12 °/o du total général. La décroissance date de 1886; le Morvan suit l'exemple des régions agricoles dont aucune industrie n'est venue modifier les groupements : il se dépeuple rapidement.

Nous n'avons fait qu'effleurer l'ouvrage, si richement documenté, de M. Levainville. On conçoit aisément l'importance de telles enquêtes, aussi scientifiquement conduites, pour l'exploitation rationnelle de notre pays. Lorsqu'elles seront plus nombreuses, il sera possible d'en tirer des vues synthétiques de la plus haute importance.

PIERRE CLERGET,
Professeur à l'Ecole supérieure de Commerce de Lyon.

Calman (W. T.). — Crustacea du « Treatise on Zoology », *édité par* M. RAY LANKESTER. — 1 *vol. broché de* 346 *pages avec* 194 *figures dans le texte. (Prix* : 15 *fr.* 50.) *Adam et Charles Black, éditeurs. Londres,* 1909.

Le grand *Traité de Zoologie* publié en Angleterre sous la direction de M. le Professeur E. Ray Lankester, vient de s'enrichir d'un nouveau volume qui ne le cède en rien, comme importance et intérêt, aux huit autres déjà parus. Ce volume est relatif aux Crustacés; il sort de la plume très autorisée de M. Calman, assistant au British Museum et spécialiste du groupe. M. Calman est connu pour la rigueur de ses observations et la fine perspicacité avec laquelle il les interprète; il a établi un ordre nouveau pour les Anaspides, ces curieux Crustacés gammariformes découverts en Tasmanie par M. G.-M. Thompson, et on lui doit un ensemble de vues fort originales sur la classification des Crustacés supérieurs ou Malacostracés. Nul ne pouvait apporter à M. Ray Lankester, pour ce volume, une collaboration plus efficace.

Ce qui frappe, au premier abord, quand on examine l'ouvrage, c'est son caractère de modernité que rendent fort apparent le choix des figures, l'importance relative des chapitres et l'adoption des groupements systématiques les plus nouveaux. Cet air de jeunesse est bien fait pour plaire et pour attirer des lecteurs à M. Calman; il me semble émaner directement du laboratoire où l'auteur a vécu, où il a fait ses découvertes et où il suivait chaque jour les progrès de sa science favorite. On ne saurait avoir un guide plus sûr et l'on n'en trouvera guère de plus agréable, car M. Calman est clair, méthodique et intéressant.

Les figures sont au nombre de 194, presque toutes excellentes et toutes parfaitement adaptées au sujet; elles sont empruntées aux meilleures sources et, dans l'ensemble, donnent une idée très juste des variations extraordinaires présentées par le groupe. Ainsi, bien que l'ouvrage de M. Calman soit essentiellement morphologique, il initie aux découvertes faunistiques, par les nombreuses et belles figures où il représente les formes abyssales, pélagiques ou parasitaires les plus curieuses. Les figures relatives à la morphologie externe sont en très grand nombre et toutes parfaites; celles consacrées au développement ne présentent pas une moindre valeur; mais la morphologie interne, ou anatomie, gagnerait à être mieux partagée sous ce rapport; les figures y sont bonnes, mais, à coup sûr, en nombre quelque peu réduit.

Cette lacune me paraît aisément explicable. En homme qui connaît les Crustacés pour en avoir poussé très loin l'étude, M. Calman sait parfaitement que la morphologie interne n'offre que peu d'importance pour la recherche des affinités dans le groupe et qu'à ce point de vue elle est subordonnée complètement à la morphologie externe, si complexe chez ces animaux, et si suggestive par les modifications ou la persistance de certains caractères archaïques. L'histoire d'une forme carcinologique reste pour ainsi dire écrite dans ses appendices, il suffit de savoir la bien lire; M. Calman est d'une extrême habileté dans cet art où il a eu pour maître, comme tous les carcinologues morphologistes, le savant danois M. Boas, qui, dans un ouvrage mémorable, a su merveilleusement unir le don de synthèse au talent d'analyste le plus fin.

Ainsi donc, la morphologie externe se trouve exposée de manière parfaite dans l'ouvrage qui, à ce point de vue, mérite d'être sur la table de tout étudiant et de tout chercheur. Je ne voudrais pas laisser croire que les paragraphes de morphologie interne sont traités avec une rigueur moindre; ils présentent la même netteté et, s'ils occupent une place plus réduite, c'est que leur importance, comme je l'ai dit, ne saurait être la même. Les paragraphes consacrés au développement ne le cèdent en rien à ceux qui précèdent; contrairement aux coutumes admises dans les traités classiques, M. Calman s'est longuement étendu sur l'histoire embryogénique des divers groupes des Cirrhipèdes, qui présente un si haut intérêt et une si grande variété; l'auteur a su puiser, comme il convient, aux ouvrages de Darwin, de Lacaze-Duthier, de Hoek, de Delage, de Gruvel, et il a fait sienne cette riche substance pour le grand profit du lecteur.

L'ouvrage est divisé en 16 chapitres, dont le premier traite des caractères généraux de la classe, chacun des suivants d'un ordre de Crustacés, chaque chapitre comprenant un tableau systématique du groupe, la définition des caractères essentiels, un historique et une série de paragraphes consacrés à la morphologie (externe ou interne), au développement, aux habitudes, à la paléontologie, aux affinités et à la classification. Cette méthode me paraît excellente, car elle donne à chaque groupe sa physionomie propre et sa valeur, qui

s'atténueraient forcément beaucoup si elles se trouvaient noyées dans une étude générale de la classe. J'aurais même désiré que l'auteur la poussât plus loin, en insistant davantage sur les subdivisions de chaque groupe et en indiquant les caractères biologiques ou morphologiques les plus notables des principales familles. Ce procédé fut jadis employé par Claus, dont l'ouvrage reste apprécié pour ce fait, encore que la lecture en soit plutôt pénible. M. Calman a dû y recourir dans une certaine mesure pour quelques groupes à formes très nettement distinctes : pour les Copépodes, par exemple, où les Branchiures (Argulides) sont l'objet d'un chapitre spécial à la suite des Eucopépodes, et pour les Cirrhipèdes qui réclamaient plus fortement encore un sectionnement semblable. Mais pourquoi ne pas avoir caractérisé les familles essentielles de chaque groupe? Avec sa limpidité remarquable et sa rigoureuse méthode, l'ouvrage de M. Calman eût été parfait s'il s'était étendu quelque peu sur ce point, c'est-à-dire sur la zoologie pure.

Le système de classification adopté dans le volume est le résultat des recherches les plus modernes, notamment de celles effectuées par l'école danoise (Boas, Hansen) et par la jeune école anglaise (Calman, Borradaile). Pourtant la dissociation complète du groupe des Phyllopodes est l'œuvre propre de M. Calman, qui l'a introduite, pour la première fois, dans son ouvrage. Je ne sais pas si les zoologistes l'accueilleront favorablement, car elle place sur le même plan que les Cladocères, c'est-à-dire au rang d'ordre, les Branchiopodides, Apodides et Limnadides qui, pourtant, se ressemblent et diffèrent des Cladocères par de nombreux traits fort importants.

Mais les modifications les plus profondes, et aussi les plus sérieuses, sont celles introduites par l'auteur dans la classification des Eumalacostracés, qui sont répartis en quatre divisions : les *Syncarides*, formant l'ordre des Anaspidacés; les *Péracarides*, où les Schizopodes mysidiens sont réunis aux anciens Edriophthalmes pour constituer cinq ordres (Mysidacés, Cumacés, Tanaïdacés, Isopodes et Amphipodes); les *Eucarides*, qui comprennent les Schizopodes euphausiens et les Décapodes; enfin les *Hoplocarides*, représentés seulement par les Stomatopodes. En fait, le caractère essentiel du système est la dissociation totale, déjà proposée par M. Boas et par M. Hansen, de l'ancien groupe des Schizopodes, que les auteurs anglais avaient enrichi par la découverte des curieux Anaspidacés. On doit estimer un système qui a pour garant des autorités incontestables et qui offre l'avantage de bien mettre en relief le résultat des recherches les plus récentes. Pourtant, il m'est difficile de croire qu'on fait une classification naturelle en réunissant les anciens Edriophthalmes aux Mysidacés; et, d'autre part, les affinités des Crustacés décapodes sont multiples, euphausiennes et mysidiennes, ainsi que l'a vu M. Coutière, et comme je pense l'avoir établi en étudiant les *Pénéides* des campagnes monégasques. Sans doute, les Schizopodes actuels représentent trois types fort distincts qui me paraissent les descendants d'un type très ancien duquel sont issues les diverses autres formes du type malacostracé.

Mais qu'importent ces divergences de vues à propos d'un groupe qui garde encore bien des secrets! Le système proposé par M. Calman est bien fait pour attirer sur ce groupe l'attention des zoologistes et pour contribuer à en fouiller l'histoire. Et ce ne sera point là un des moindres avantages du volume publié par l'auteur. En fait, ce volume est l'œuvre d'un chercheur passionné qui a le don de communiquer sa flamme sans cesser jamais d'être méthodique, clair et précis; par ce double caractère, comme par sa modernité, il ne sera pas moins utile aux étudiants qu'aux travailleurs du laboratoire.

E.-L. Bouvier,
Professeur au Muséum,
Membre de l'Institut.

4° Sciences médicales

Sérieux (P.) et **Capgras** (J.), *Médecins des Asiles d'aliénés de la Seine.* — **Les Folies raisonnantes. Le délire d'interprétation.** — 1 *vol. in-8° de* 387 *pages.* (*Prix* : 7 *fr.*) *F. Alcan, éditeur. Paris,* 1909.

Sous le nom de *psychose chronique à base d'interprétations délirantes*, ou plus brièvement de *délire d'interprétation*, MM. Sérieux et Capgras ont dégagé du vaste groupe des maladies mentales constitutionnelles une psychose systématique chronique. Elle est caractérisée par la multiplicité et l'organisation des interprétations délirantes, par l'absence ou la pénurie d'hallucinations, par la persistance de la lucidité et de l'activité psychique, par l'évolution, par l'extension progressive des interprétations, enfin par l'incurabilité, sans démence terminale.

Cette « folie raisonnante » est constituée entièrement par des *illusions* et des *interprétations délirantes*. Malgré la fantaisie, parfois étrange, de leurs fictions, les « interprétateurs » conservent une vivacité intellectuelle et une puissance de dialectique remarquables; ils restent capables de raisonner juste dès que leurs idées fixes ne sont plus en jeu. Leur langage et leurs écrits sont corrects; parfois même ils ont des qualités stylesques qui peuvent donner le change, non seulement à l'entourage, mais aussi aux magistrats. C'est à propos de ces malades que l'on entend surtout parler de « séquestration arbitraire ».

Lorsque leur talent dialectique est mis au service de leurs conceptions délirantes, il n'est pas rare de voir celles-ci partagées par les personnes de l'entourage; de la sorte, certains de ces « interprétateurs » réussissent à faire des partisans convaincus.

Par le groupement de leurs interprétations, ces malades échafaudent des délires divers où prédominent les idées de persécution, de grandeur, les idées mystiques, érotiques, hypocondriaques.

La systématisation de ce délire se prépare lentement, mais, une fois établie, elle devient inébranlable, étant servie par une activité intellectuelle qui ne désarme pas.

Quelques-uns de ces malades, par la ténacité et l'acharnement de leurs réactions, se rapprochent des persécutés-persécuteurs; mais, chez ces derniers, en général, l'activité mentale converge vers une idée obsédante, sans proliférer exagérément.

Le « délire chronique » à la première période, avec ses illusions, ses interprétations maladives, ses idées de persécution, peut être confondu avec le délire d'interprétation; mais, dès le début de la seconde période, la présence des hallucinations auditives, tenaces, persistantes, dominatrices, lève tous les doutes.

Pour déterminer la place du délire d'interprétation dans le cadre des maladies mentales, les auteurs ont établi, dans les délires systématisés, la gradation suivante : I. Psychoses constitutionnelles fixes (Délire de revendication, délire d'interprétation). II. Psychoses intermédiaires ou combinées (Formes atypiques diverses). III. Psychoses acquises, toxiques, démentielles (Délire chronique à évolution systématique, délires systématisés paranoïdes).

La conception du *délire d'interprétation* en tant que psychose autonome, et surtout sa séparation du délire de revendication avec lequel il était confondu jusqu'à ce jour, constitue dans la psychiatrie contemporaine une notion nouvelle. Cette notion est très bien exposée et défendue par MM. Sérieux et Capgras, non seulement à l'aide d'observations très consciencieuses, mais sous une forme claire et élégante, qui mérite d'être louée.

Dr H. Meige.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 2 Novembre 1909.

1° Sciences mathématiques. — M. **A. Denjoy** présente ses recherches sur les ensembles parfaits discontinus à deux dimensions. — M. **J. Bosler** explique les orages magnétiques terrestres par l'action de champs magnétiques créés par les tourbillons de matière chromosphérique entourant les taches solaires; s'il en est bien ainsi, les orages magnétiques seront difficiles à prévoir, car nous ne voyons qu'une moitié du Soleil et seules les protubérances du bord sont bien visibles. — M. **A. Pérot** propose un nouveau mode de protection de l'argenture des miroirs employés en astronomie : il consiste à revêtir le miroir d'une couche extrêmement mince de celluloïd transparent. — M. **P. Helbronner** rend compte des opérations effectuées au cours de la septième campagne de triangulations géodésiques complémentaires des hautes régions des Alpes françaises.

2° Sciences physiques. — M. **Devaux-Charbonnel** a essayé de réaliser une ligne téléphonique artificielle au moyen de deux résistances R reliées entre elles, à chacune de leurs extrémités, par une impédance Z et un appareil Z_r. Ce dispositif est particulièrement applicable à l'étude et à la comparaison des appareils téléphoniques au point de vue de leur emploi pour la téléphonie à grande distance. — M. **de Forcrand** a préparé les bicarbonates de Rb et Cs en saturant de CO^2 une solution très concentrée de carbonate neutre et évaporant à froid dans une atmosphère de CO^2 en présence de P^2O^5. Les bicarbonates se déposent en beaux cristaux anhydres, inaltérables à l'air froid. L'auteur a mesuré leurs chaleurs de dissolution et de neutralisation. — MM. **H. Le Chatelier** et **S. Wologdine** ont étudié les neuf phosphures de fer décrits dans la littérature. Cinq n'existent pas : Fe^6P, Fe^4P, Fe^5P^2, Fe^4P^3, Fe^3P^4, et quatre existent certainement : Fe^2P, $Fe^{12}P$, FeP et Fe^2P^3, quoique la composition des deux derniers ne soit pas établie d'une façon certaine. — M. **H. Baubigny** a vérifié que le sulfite d'Ag, chauffé en solution à 100°, se décompose presque totalement en dithionate et Ag métallique : $2Ag^2SO^3 = Ag^2S^2O^6 + 2Ag$. La même réaction a lieu avec les sulfites alcalins. — M. **Darmois**, par l'étude du pouvoir rotatoire de ses produits de distillation, a reconnu que l'essence de térébenthine française renferme un carbure à dispersion forte lévogyre (pinène) et un carbure à dispersion faible lévogyre encore indéterminé. — MM. **E. Kayser** et **E. Manceau** ont reconnu que les ferments de la graisse des vins sont tous des bacilles traptus, entourés d'une enveloppe glaireuse, anaérobies et ferments des sucres. Ils se développent d'autant plus facilement dans les vins qu'il y a moins d'acidité libre. — M. **C. Gerber** a étudié la localisation des ferments protéolytiques dans le *Vasconcellea quercifolia*. Les nervures foliaires sont plus actives que le parenchyme; le bois de la racine et de la tige est actif et contient plus de présure que l'écorce et le liber; la moelle de la tige coagule le latex.

3° Sciences naturelles. — MM. **A. Calmette** et **C. Guérin** ont constaté que le bacille tuberculeux d'origine bovine, cultivé par passages successifs sur bile de bœuf glycérinée, perd progressivement sa virulence pour les Bovidés et ne produit plus qu'une infection générale d'allure typhique, sans lésions folliculaires et non mortelle. — M. **B. Collin** a reconnu que la culture intensive avec suralimentation constante est capable de produire sur l'organisme des Infusoires tentaculifères (Acinétiens) de profondes modifications d'ordre morphologique et physiologique (formation d'une variété astyle, monstres doubles, etc.). — M. **Ph. Dautzenberg** a étudié les Mollusques marins provenant des campagnes scientifiques de M. A. Gruvel en Afrique occidentale (1906-1909). La proportion des espèces européennes, surtout méditerranéennes, qui se propagent le long de la côte océanique de l'Afrique est plus considérable qu'on ne le supposait. — M. **W. Wietrzykowski** a étudié le développement des Lucernaridés depuis le stade planula; il est arrivé actuellement jusqu'au stade à quatre tentacules. — M. **G. Eisenmenger** montre que, si l'origine du lac de Garde est une dépression tectonique remontant aux temps mésozoïques, si, plus tard, eurent lieu des mouvements divers comme la surrection et la dislocation du Monte-Baldo, il faut reconnaître que la configuration actuelle du lac de Garde est l'œuvre d'un très puissant surcreusement glaciaire.

Séance du 8 Novembre 1909.

1° Sciences mathématiques. — M. **Eug. Fabry** présente ses recherches sur le module d'une série de Taylor. — M. **E. Vessiot** a étudié les groupes de rationalité des systèmes d'équations différentielles ordinaires. — M. **D. Gravé** signale une identité dans la théorie des formes binaires quadratiques, à l'aide de laquelle on peut obtenir aisément tous les détails de l'analyse de Gauss. — M. **Giacobini** présente ses observations de la comète de Halley, faites à l'Observatoire de Paris. — M. **A. R. Hinks** a déduit la masse de la Lune des observations photographiques de la planète Eros faites dans les années 1900 et 1901. Il trouve la valeur $E = 81,53 \pm 0,049$ pour le rapport de la masse de la Terre à celle de la Lune ; la constante de la nutation deviendrait égale à 9″213. — M. **G. Bigourdan** décrit un moyen de soustraire les horloges astronomiques aux variations de la pression atmosphérique par l'emploi d'un appareil qui maintient automatiquement la même pression dans l'enveloppe de l'horloge.

2° Sciences physiques. — M. **H. Pellat** décrit un pendule bifilaire de construction très simple, au moyen duquel on trouve immédiatement la longueur du pendule synchrone; après avoir éliminé les causes perturbatrices qui agissent sur lui, il l'a utilisé à la mesure de g. — MM. **C. Féry** et **C. Chéneveau** ont observé pour une lampe à incandescence à filament de carbone la relation $W = aT^4$, et trouvé que la fonction $I = f(W)$, dans laquelle I représente l'intensité lumineuse, est de la forme exponentielle; pour une lampe à filament de tungstène, on a : $W = aT^{4,5}$ et pour $I = f(W)$ une fonction également exponentielle. — M. **G. Claude** a récupéré les vapeurs d'alcool ou d'éther dilués dans d'énormes masses d'air (telles qu'elles se dégagent dans certaines industries) en les faisant passer, après compression, dans un serpentin où elles se refroidissent jusqu'à — 90°; elles se condensent presque totalement et le liquide est recueilli au bas de l'appareil. — M. **L. Bloch** a constaté que la phosphorescence de l'arsenic ne s'accompagne d'aucune ionisation, ni de la formation d'ozone ; elle donne toujours lieu à la formation primaire d'As^2O^3, qui se décompose ensuite en As^2O^4 et O^2. — M. **E. Rengade** a déterminé la forme théorique des courbes de refroidissement des mélanges binaires. Elles se composent d'une droite et d'une hyperbole, se coupant en un point dit : point anguleux de solidification commençante, ce point anguleux devenant de moins en moins net à mesure qu'augmente la proportion d'un des corps. — M. M. **Delépine** a

préparé deux séries d'iridosulfates de K, Na, Tl et Ba, rouge-brun et verts, par double décomposition avec les iridosulfates d'ammonium correspondants. — M. A. Guyot décrit une nouvelle méthode de synthèse des aldéhydes aromatiques. Les éthers α β-dicétoniques fixent sur l'atome de C cétonique α une molécule d'un phénol, d'un carbure ou d'une amine aromatique tertiaire pour donner un éther acidylphénylglycolique; celui-ci se scinde par H^2SO^4 ou KOH concentrés en donnant l'aldéhyde correspondante. — M. Ch Mauguin a préparé à basse température les sels de Na des acétamide, propionamide et isobutyramide bromées; ce sont des corps très instables, se décomposant avec détonation en NaBr et éthers cyaniques ; c'est une transposition de Hofmann. — M. N. Danaila, par oxydation des diméthylanilinisatines à froid, en liqueur acétique, avec le peroxyde de plomb, a obtenu des matières colorantes analogues au vert malachite. — M. H. Masson a trouvé, dans l'essence de girofle, outre les constituants déjà connus, du salicylate de méthyle et deux aldéhydes de la série du furfurane, l'α-méthylfurfurol et le diméthylfurfurol. — M. Sarthou a reconnu qu'il existe dans le lait une anaéroxydase soluble dans le lactosérum et dans l'eau et une catalase insoluble; la caséine insoluble oxyde la paraphénylènediamine.

3° Sciences naturelles. — M. E. Gley a constaté qu'on peut empêcher les accidents si violents que détermine l'injection sous-arachnoïdienne de sérum d'anguille ou de torpille en injectant dans le liquide céphalo-rachidien, en même temps ou auparavant, une quantité déterminée de sérum antitoxique. — MM. E. Gley et V. Pachon ont observé que le cœur isolé d'un animal immunisé, fonctionnant en liquide Ringer-Locke, c'est-à-dire privé de l'antitoxine présente dans le sang circulant de l'animal intact, ne résiste en général guère mieux à l'action de la toxine que l'organe de l'animal non immunisé. — MM. A. Calmette et L. Massol ont reconnu que le sérum des Bovidés immunisés contre la tuberculose par injections intraveineuses de bacilles cultivés sur bile de bœuf glycérinée est doué d'un fort pouvoir précipitant vis-à-vis de toutes les tuberculines bovines. Cette réaction n'est pas due à la présence d'un anticorps. — M. Billon-Daguerre montre que les rayons de très courte longueur d'onde des spectres de CO, CO^2, H^2S et SO^2, renfermés à l'état raréfié dans des tubes en quartz, jouissent de propriétés microbicides intenses et sont applicables à la stérilisation des liquides. — M. J. Glover a pratiqué, sur les élèves du Conservatoire, l'examen de la respiration par la radioscopie thoracique et l'analyse graphique des vibrations aériennes de la parole; on peut en tirer une application pratique au contrôle du travail vocal. — Mlle L. Chevroton et M. F. Vles ont chronophotographié le développement de l'œuf de l'oursin à intervalles écartés et l'ont projeté ensuite à plus grande vitesse ; ils ont pu constater ainsi une série de mouvements spéciaux des cellules précédant leur division. — M. P. Hallez a étudié le cycle biologique d'une forme voisine des *Otoplana*, le *Bothriomolus constrictus*, trouvé au Portel. La larve, éclose en avril, n'émigre pas ; le développement se fait lentement ; c'est en mars ou en avril suivant que doit se faire l'accouplement et la ponte ; l'animal meurt aussitôt après. — M. Biot est parvenu à examiner le *Trypanosoma Lewisi* à l'intérieur des vaisseaux mésentériques du rat vivant; il est animé de mouvements qui persistent même après la mort de l'animal.

MM. L. Maquenne et E. Demoussy ont reconnu que les rayons ultra-violets déterminent la mort des cellules végétales dans un espace de temps relativement court. Le noircissement des feuilles observé sur les plantes exposées à la lumière directe de l'arc est dû à la prédominance dans cette lumière des rayons ultraviolets et à la mort du protoplasma. — M. P. A. Dangeard a observé que le *Chorella vulgaris*, placé dans un flacon de culture, dessine en vert les endroits où arrivent les radiations lumineuses les plus actives au point de vue de la fonction chlorophyllienne.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 2 Novembre 1909.

M. Albert Robin a constaté, chez les prétuberculeux et les phtisiques, par de nouvelles expériences pratiquées avec une technique nouvelle, la réalité de l'accélération des échanges respiratoires (augmentation de CO^2 produit, de l'O consommé total et de l'O consommé par les tissus : d'où diminution du quotient respiratoire), en même temps que de la diminéralisation organique. — M. G. Weiss présente une communication sur la production de la chaleur par les êtres vivants et la théorie de l'isodynamie alimentaire. La *Revue* publiera prochainement un article de l'auteur sur cette question. — M. E. Boinet conseille de prescrire l'opothérapie dans la sclérose surrénale de préférence sous forme de capsules fraîches de mouton ou de veau, ou bien de poudre surrénale desséchée dans le vide ou d'injections sous-cutanées de l'extrait total de la glande. La médication surrénale paraît agir en déterminant une suractivité fonctionnelle, rétablissant la double action hypertensive et antitoxique des portions de capsules surrénales restées suffisamment saines. — M. le Dr Nélaton lit un travail sur deux observations de greffes musculaires employées à combler des cavités osseuses créées par l'évidement chirurgical dans le traitement de l'ostéomyélite. — M. le Dr Tuffier communique une observation d'extraction d'une balle de revolver mobile dans le liquide céphalo-rachidien lombaire.

Séance du 9 Novembre 1909.

M. H. Wurtz est élu membre titulaire dans la Section d'Hygiène, Médecine légale et Police médicale.

M. S. Pozzi montre qu'une cause fréquente de dysménorrhée et de stérilité chez la femme résulte d'une condition anatomique qui consiste dans la forme conique du col, l'étroitesse de son orifice et une exagération de l'antécourbure normale de l'utérus. L'auteur est intervenu chirurgicalement dans de nombreux cas de ce genre par une opération qu'il appelle « stomatoplasie » par évidement commissural. La dysménorrhée est considérablement améliorée ou totalement guérie après cette opération ; quant à la stérilité, elle a disparu chez un quart des opérées après un laps de temps qui varie de deux mois à trois ans. — M. le Dr Lowenthal lit un travail sur l'état sanitaire comparé des troupes des gouvernements militaires de Paris et de Berlin en 1902-1906.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 30 Octobre 1907.

MM. Ed. Lesné et L. Dreyfus ont constaté que l'incoagulabilité du sang provoquée chez le lapin par l'extrait de sangsues n'empêche pas de réaliser des accidents anaphylactiques mortels avec le sérum de cheval. — MM. M. Weinberg et U. Mello ont observé que l'indice antitryptique du sérum des malades atteints de tumeur maligne est, en général, supérieur à la normale; tout en n'étant pas spécifique, l'épreuve antitryptique peut cependant orienter le clinicien. — M. Cl. Regaud estime que le chondriosome des spermatozoïdes est moins un matériel héréditaire qu'une partie de la cellule, jouant un rôle actuel de fixation et de concentration des substances ambiantes destinées à être consommées lors de la contraction du filament axile. — MM. A. Sartory et A. Fillassier ont examiné divers échantillons de fruits (raisins, fraises, groseilles), prélevés à l'étalage dans des rues fréquentées, et y ont trouvé des quantités considérables de bactéries, dont plusieurs pathogènes. — M. L. Blaizot a reconnu que la piqûre d'*Argas persicus* porteur de *Spirochetes*

gallinarum communique aux jeunes poussins une maladie très grave; dans les passages directs, la virulence des Spirochètes s'accroît assez régulièrement avec l'âge des passages. — MM. **H. C. Jacobaeus** et **E. L. Backman** ont constaté que les modifications proposées par Bauer, Stern, Tschernogubov et Hecht à la réaction de Wassermann, sont bien inférieures à la réaction originale. — MM. **A. Gilbert** et **M. Villaret** ont étudié les détails de la vascularisation artérielle de l'espace porte, qui est beaucoup plus fournie qu'on ne le décrit ordinairement. — MM. **C. Mathis** et **M. Léger** ont découvert dans le sang de la Poule domestique du Tonkin un Trypanosome très rare, qui ne paraît pas pathogène; ils le nomment *Tr. Calmettei*. — MM. **P. Emile-Weil** et **G. Boyé** ont reconnu que les extraits d'organes n'agissent pas tous de même sur le sang des hémophiles : les uns déterminent un retard constant de la coagulation (thyroïde, rate, foie, pancréas), d'autres corrigent le retard de coagulation (sérum, lobe postérieur de l'hypophyse).

Séance du 6 Novembre 1909.

MM. **A. Gilbert** et **A. Baudouin**, par l'épreuve de la glycémie expérimentale, ont reconnu chez les diabétiques une élévation du coefficient glycémique; elle explique la glycosurie provoquée dans le diabète par l'alimentation hydro-carbonée. — MM. **G. Guillain** et **G. Laroche** ont mis en évidence, chez deux malades atteints d'hémorragie méningée, une iso-auto-sensibilisatrice, qui est apparue d'abord dans le liquide céphalo-rachidien, puis dans le sérum sanguin, et qui disparut du premier, puis du second lui-même. — MM. **G. Guillain** et **J. Troisier** ont étudié le liquide d'un hématome pleural traumatique; ils y ont constaté l'auto-agglutination des hématies, précédant leur destruction hémolytique. — MM. **P. Bouin** et **P. Ancel** montrent que les Mammifères à ovulation spontanée possèdent deux variétés de corps jaune : périodique et gestatif, et que les Mammifères à ovulation non spontanée (provoquée par le rapprochement sexuel) possèdent seulement le corps jaune gestatif. — Les mêmes auteurs démontrent, par une série de préparations, que la première phase de l'évolution de la glande mammaire au cours de la gestation (multiplications cellulaires) est déterminée par le corps jaune. — MM. **L. Grimbert** et **R. Bernier** ont reconnu que le corps qui prend naissance dans l'hydrolyse de l'urine normale par un acide minéral étendu est l'acide glycuronique. — MM. **C. Mathis** et **M. Léger** ont trouvé, dans le sang de la poule du Tonkin, un nouveau parasite, appartenant au genre *Leucocytozoon*, dont les gamétocytes ressemblent à ceux du *Leucocytozoon* de la perdrix du Tonkin; ils en font toutefois une espèce différente, qu'ils nomment *L. Caulleryi*. — M. **J. Nageotte** a mis en évidence, dans la gaine de myéline des fibres du système nerveux central et des nerfs périphériques, des bâtonnets granuleux et des grains isolés appartenant à la catégorie des mitochondries. — MM. **A. Rochaix** et **L. Thévenon** décrivent une nouvelle méthode pour différencier le lait cuit du lait cru, basée sur la coloration violette que donne ce dernier avec le pyramidon en présence des oxydants. — M. **E. Maurel** a étudié l'influence de la voie d'administration sur la dose minima mortelle de nitrate d'aconitine pour la grenouille et le lapin. — M. **L. Brasil** signale la présence, au Muséum de Paris, d'une tête du *Mesoplodon bidens* échoué au Havre en 1825. — M. **J. Georgewitch** a découvert, dans l'appareil digestif d'une mouche de la Serbie, le *Simulium columbaecensis*, un trypanosome nouveau, qu'il nomme *Crithidia simuliæ*. — M. **E. Chatton** a observé quatre nauplius doubles anadydynes d'*Ophioseides Joubini*. — M. **G. Bohn** a constaté sur un coralliaire fouisseur, le *Veretillium cynomorium*, que toute partie du pédoncule ou du corps qui vient de subir, par excitation, une extension considérable acquiert une sensibilité très grande (surtout géotropique), suivie d'une insensibilisation.

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE DE LONDRES

Séance du 22 Octobre 1909.

M. **F. E. Smith** : *Les amalgames de cadmium et la pile normale de Weston.* Les amalgames de Cd peuvent être solides, liquides ou former un mélange de phases solides et liquides, la composition pour cent des phases dépendant de la température. Quand un amalgame liquide est refroidi au-dessous de la température inférieure de transition, le centre du solide résultant offre une haute concentration en Cd, la couche superficielle une faible concentration. La diffusion tend à produire l'uniformité; aussi la force électro-motrice d'une pile contenant l'amalgame est instable pendant un temps très long. Quand l'amalgame est refroidi lentement à une température peu inférieure au point de transition, il suffit que la différence de concentration entre les parties interne et externe de l'amalgame soit faible pour permettre à la couche extérieure d'être un système à deux phases. La diffusion est lente et la force électro-motrice reste constante pendant un temps très long. Des amalgames d'une concentration uniforme en Cd sont obtenus en trempant les amalgames complètement liquides à — 50°C. ; quoique non stables à l'origine, une diffusion rapide les rend à peu près uniformes en quelques jours, et leurs propriétés électromotrices diffèrent notablement de celles des amalgames lentement refroidis. Mais, si on élève la température d'un tel amalgame jusqu'à ce que deux phases existent, un refroidissement subséquent ne restaure pas la condition uniforme et il en résulte un amalgame instable. L'expérience montre qu'on peut employer avec sécurité un amalgame à 12,5 % entre 12° et 60°C. et un amalgame à 10 % entre 0° et 51°C. — M. **F. Soddy** : *La production du radium aux dépens de l'uranium.* La mesure de l'accroissement du radium dans trois solutions uraniques purifiées il y a trois à quatre ans montre que celui-ci procède avec une vitesse proportionnelle au carré du temps ; il n'existe qu'un seul produit intermédiaire à longue vie entre le radium et l'uranium ; la période de vie moyenne de ce corps serait de 18 500 ans, d'après les observations faites sur la plus ancienne solution. Mais, d'après les données obtenues avec la plus jeune solution, cette période serait moitié moindre, ce qui conduit à admettre l'existence d'au moins un nouveau produit intermédiaire dans la série ; celui-ci, s'il existe, n'altère pas la loi de la vitesse de production du radium donnée plus haut. — Le même auteur a étudié *les rayons et produits de l'uranium X*. Il a observé l'apparition d'une faible radiation α, qui reste sensiblement constante alors que l'intense radiation β diminue ; ce fait s'explique bien si le père du radium n'est pas le produit direct de l'uranium X. — Enfin, M. Soddy a étudié *la production de l'hélium aux dépens de l'uranium et du thorium*. L'hélium a été décelé dans quatre expériences avec Ur, trois avec Th et une avec les solutions de pechblende. Mais la vitesse de production n'a pu être déterminée par suite d'un accident d'appareil.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Communications reçues pendant les vacances.

MM. **E. Hope** et **W. H. Perkin jun.**, en faisant réagir le bromocyclohexane et le 4-bromo-1-méthylcyclohexane sur le dérivé sodé du malonate d'éthyle, ont obtenu le cyclohexylmalonate et le 1-méthylcyclohexyl-4-malonate d'éthyle. — MM. **R. Meldola** et **J. G. Hay** ont préparé le 2:3:5-trinitro-4-aminophénol par hydrolyse ménagée de son dérivé acétylé ; il fond à 145°. Il se laisse facilement diazoter et son sulfate de diazonium, dilué avec de l'eau, se transforme en 2:3:5-trinitroquinonediazide. — MM. **J. T. Hewitt** et **F. B. Thole** ont préparé la benzèneazobenzèneazodiméthylaniline, F. 190° ; l'*o*-toluène-azo-*o*-toluènazodiméthylaniline, F. 138° ; le benzèneazobenzèneazophénol, F. 180°. Les

composés diméthylaminés sont solubles en rouge dans H^2SO^4 concentré et passent au bleu par dilution; le composé phénolique est soluble en pourpre et s'hydrolyse totalement par dilution. — MM. **J. W. Walker** et **V. K. Krieble** ont étudié l'action de traces d'alcalis sur la *l*-amygdaline et ont partiellement résolu la solution racémisée obtenue. — M. **Y. Shibata** a étudié l'action du réactif de Grignard sur les éthers phtaliques et a obtenu des dérivés du phtalide, puis fréquemment du phtalane. — MM. **A. D. Mitchell** et **C. Smith** ont fait réagir l'acétate mercurique sur les dérivés hydroxyazoïques de la série du naphtalène. Le benzèneazo-β-naphtol n'est pas attaqué, tandis que le benzèneazo-α-naphtol est oxydé en dérivé ββ-dinaphtylique. Quand la position β est substituée, il se forme des monomercuriacétates. — MM. **F. Francis** et **O. C. M. Davis** ont constaté que les aldéhydes aromatiques réagissent avec les chlorures d'acides en présence de KCAz aqueux pour former les dérivés acylés des cyanohydrines correspondantes : $R.CHO + R'COCl + KCAz \rightarrow R.CH(O.COR').CAz + KCl$. — M. **A. J. Ewins**, en faisant réagir PCl^5 sur l'alcool pipéronylique, a vu le chlorure d'abord formé se condenser en une substance $C^{16}H^{12}O^4$, F. 360°. Par contre, PCl^5 réagit sur le chlorure de pipéronyle en donnant le chlorure de 3:4-dichlorométhylène-dioxybenzyle, Eb. 154°-156° sous 16 mm., que l'acide formique transforme en chlorure de 3:4-carbonyl-dioxybenzyle $CO:O^2:C^6H^3.CH^2Cl$, F. 57°. — MM. **T. S. Price** et **D. F. Twiss**, en faisant réagir les thiosulfates d'alkyles avec l'iode à chaud, ont obtenu presque quantitativement les disulfures correspondants : $2KO.SO^2.SR + 2H^2O + I^2 = R^2S^2 + 2KHSO^4 + 2HI$. — MM. **T. C. James** et **J. J. Sudborough** ont étudié l'action de Br sur les cinnamates de méthyle et d'éthyle et celle des alcalis sur les dibromures des acides *d*- et *l*-cinnamiques. — MM. **G. G. Henderson** et **W. J. S. Eastburn** ont constaté que le *d*- et le *l*-pinène donnent la modification inactive du sobrérol quand on les oxyde avec l'acétate mercurique aqueux. Par cette réaction, on a pu déceler la présence de *d*-pinène dans une essence de térébenthine russe. — MM. **J. Ch. Philip** et **F. B. Garner** ont étudié l'influence des sels de sodium sur la solubilité des acides peu solubles. Plus faible est l'acide du sel de Na, plus grande est l'influence du sel sur la solubilité des acides benzoïque, salicylique, *o*-chlorobenzoïque et *m*-nitrobenzoïque. — M. **G. T. Morgan** et Mme **F. M. G. Micklethwait**, en condensant l'aniline et le chlorure arsénieux et traitant le mélange par un alcali aqueux, ont obtenu l'oxyde de triaminotriphénylarsine $O:As(C^6H^4.AzH^2)^3$; avec le camphre, on obtient l'acide tricamphorylarsinique $(C^{10}H^{15})^3As(OH)^2$. — MM. **H. F. V. Little**, **É. Cahen** et **G. T. Morgan** déterminent As dans les composés organiques en les chauffant avec Na^2O^2 et Na^2CO^3, faisant bouillir l'extrait aqueux acidifié de la fusion avec KI et précipitant As à l'état de sulfure. Le précipité est redissous dans NaOH et la solution traitée par H^2O^2. Après acidification et ébullition, on répète la réduction avec KI, chasse I par ébullition, neutralise la solution arsénieuse et la titre par I. — M. **J. Moir** attribue la valence à la présence, en nombre variable, dans les éléments, d'un sous-élément de poids atomique 1/112; la masse des éléments serait due à la polymérisation d'une entité consistant en un atome d'hydrogène moins l'agrégation ci-dessus. — M. **B. M. Jones** a étudié la cristallisation spontanée des solutions de carbonate de sodium et de thiosulfate de sodium, et construit les courbes de supersolubilité. — M. **T. P. Hilditch** a observé que les composés possédant deux liaisons éthénoïdes contiguës présentent une exaltation optique très marquée par rapport aux composés monoéthyléniques ou saturés complètement. Les composés monoéthyléniques ont eux-mêmes un plus grand pouvoir rotatoire que les composés saturés, mais la différence est plus faible qu'avec les systèmes conjugués. Le groupe phényle en position δ par rapport au carboxyle paraît exercer une influence déprimante sur le pouvoir rotatoire. — Le même auteur a déterminé le pouvoir rotatoire des éthers dimethyliques et des sels dibruciques des acides gras bibasiques, depuis l'acide oxalique jusqu'à l'acide sébacique. Les dérivés oxaliques présentent une forte exaltation, les dérivés maloniques et succiniques une dépression et les dérivés adipiques une exaltation. — MM. **J. N. Pring** et **W. Fielding** ont étudié la préparation de quelques métaux réfractaires en exposant la vapeur de leurs chlorures volatils à l'action de filaments de carbone chauffés électriquement. Avec le chlorure de Tu, un dépôt de métal est obtenu entre 1.200° et 1.500°; avec le chlorure de Mo, au-dessous de 1.300°; avec $SiCl^4$, entre 1.700° et 1850°; au-dessus de ces températures, il se forme les carbures. Avec le chlorure de Bo, le dépôt consiste toujours en carbure et se forme entre 1.800° et 2.000°. — MM. **S. R. Best** et **J. F. Thorpe** ont constaté que les composés à chaîne ouverte ayant un groupe aminé en position γ par rapport à un groupe nitrile se condensent, par traitement avec C^2H^5ONa, en dérivés du pyrrol. Les cétones dérivées de ces derniers, qui ont un atome de C adjacent à l'Az doublement lié en dehors du noyau, tendent à passer, sous l'influence de l'eau chaude, en isopyrrols isomères. — MM. **R. W. Gray** et **F. P. Burt** ont déterminé le poids d'un litre normal d'HCl; il est égal à 1,63915. HCl a été décomposé par Al au rouge et l'hydrogène recueilli et mesuré; on en déduit pour poids atomique de Cl la valeur 35,459 (O = 16). Par une autre méthode physico-chimique, les auteurs ont trouvé 35,461. — M. **F. L. Pyman** a constaté que la base amorphe obtenue par Goldschmiedt dans la réduction de la papavérine est la tétrahydropapavérine, donnant par oxydation la 6 : 7-diméthoxy- 3 : 4-dihydroisoquinoline. La tétrahydropapavérine de Goldschmiedt est, en réalité, la 1 : 2-dihydropapavérine. — M. **F. W. Gray** a prouvé la présence d'un groupe OH dans les dérivés de l'anhydracétonebenzile en préparant des dérivés acétylés et des éthers éthyliques. Les dérivés acétylés, par hydrolyse, donnent des isomères des composés primitifs. — MM. **J. C. Irvine** et **R. Gilmour**, en condensant le glucose avec les composés aminés aromatiques, ont obtenu les formes isomères des glucose-*p*-toluidide, glucose-β-naphtylamide, glucose-*p*-phénétidide, glucose-*o*-carboxyanilide, toutes douées d'une forte mutarotation. Exemple : α-glucose-*p*-toluidide, prismes anhydres, $[\alpha]_D = +181°,9$ à $-45°$, β-glucose-*p*-toluidide, aiguilles à 1 H^2O, $[\alpha]_D = -97°,6$ à $-45°,2$; plaques à 1/2 H^2O, $[\alpha]_D = -94°,6$ à $-47°,3$. — MM. **A. E. Dunstan** et **F. B. Thole** ont déterminé les courbes viscosité-concentration pour les systèmes binaires composés d'eau et d'alcools méthylique, éthylique et propylique, puis d'acide acétique, à diverses températures. Ils confirment les résultats des investigateurs précédents. — M. **H. Wren** a isolé la *d*-mandélamide et la *d*-benzoïne; elles ont des propriétés analogues à celles des dérivés lévogyres correspondants. La *l*-benzoïne et son éther méthylique se racémisent rapidement sous l'action de KOH; l'éther éthylique est partiellement, la carbanilido-*l*-benzoïne complètement racémisée par la chaleur. — M. **S. Ruhemann**, en faisant réagir les dérivés sodés des amides aromatiques sur le phénylpropiolate d'éthyle, a obtenu une série d'homologues de la dicétodiphénylpyrroline, substances d'une couleur allant du rouge sombre au noir, solubles dans les alcalis dilués en bleu, puis en jaune. — MM. **A. Senier** et **A. Crompton**, poursuivant l'application de leur méthode de synthèse de l'acridine, ont préparé la 2:3:7:8-tétraméthylacridine et diverses naphtacridines et quinacridines. Tous ces composés présentent une fluorescence marquée.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE VIENNE

Séance du 8 Juillet 1909.

1° Sciences mathématiques. — M. **R. Hackel** présente ses recherches sur la sommation élémentaire de certaines fonctions de la théorie des nombres. — M. **E.**

Muller : Contribution à la théorie de Grassmann. I. Quelques théorèmes généraux. — M. **F. Meissner** a étudié la variation de l'élasticité de torsion de Ni, Fe et Ag avec la température. Le module de torsion subit une forte diminution à haute température (50 °/₀ pour Ag pur à 600°, la variation étant linéaire), tandis que le décrément logarithmique augmente considérablement. A la température ordinaire, le module de torsion des fils minces est plus grand que celui des fils épais, le décrément logarithmique un peu moindre.

2° Sciences physiques. — MM. **J. M. Eder** et **E. Valenta** : Mesures de longueurs d'onde dans la région visible des spectres d'étincelles. — M. **Zd. H. Skraup** a repris l'étude de l'ascension des solutions aqueuses dans les feuilles de papier buvard qu'on y trempe; on peut distinguer sur ce papier deux surfaces successives d'imbibition : l'une par la substance dissoute, l'autre par de l'eau pure. Les acides forts, en concentration équivalente, donnent la même hauteur d'imbibition; les bases fortes, à haute concentration, ont les mêmes hauteurs d'imbibition que les acides forts; à faible concentration, des hauteurs plus grandes. Pour les sels, les hauteurs d'imbibition varient suivant le degré de l'hydrolyse. — M. **F. Ehlotzky** a poursuivi ses recherches sur la formation des éthers de la glycérine avec les phénols; il a préparé ceux des *o*- et *p*-chlorophénols et du 1 : 3 : 6-chlorocrésol et leurs dérivés benzoylés. — M. **O. Morgenstern**, en condensant l'acide opianique avec la cyclohexanone, a obtenu un corps $C^{24}H^{26}O^{9}$, formé par l'élimination de $2H^{2}O$ aux dépens des groupes méthylènes voisins du carbonyle dans la cyclohexanone et des O aldéhydiques de deux molécules d'acide opianique; avec l'acide phtalaldéhydique, on obtient un composé analogue, $C^{22}H^{18}O^{5}$. Les mêmes condensations se produisent avec la diméthyléthylcétone. — M. **V. Grafe** a constaté que la matière colorante des fleurs de mauve peut se dédoubler en une partie soluble dans l'eau, et une partie insoluble, mais soluble dans l'alcool absolu, cette dernière dérivant de la première, qui est un glucoside, par scission de sucre, $H^{2}O$ et O^{2}, et possédant la formule $C^{14}H^{16}O^{6}$. Elle contient 2OH et donne de l'hydroquinone, puis de la pyrocatéchine, par fusion avec KOH. — Le même auteur a constaté que le *Phaseolus vulgaris*, privé de CO^{2}, ne peut utiliser les amino-acides comme source de carbone; ceux-ci exercent, d'ailleurs, une action nuisible sur les racines. — M. **F. Weber** a constaté que le processus de la formation de graisse et de solution de l'amidon dans les arbres à feuilles et à aiguilles est un phénomène périodique, qui n'est pas limité à l'automne. Le rôle de protecteur de la chaleur, qu'on a attribué à la graisse des arbres, n'a pas de fondement; c'est plutôt une forme de réserves plus stable que l'amidon. — MM. **M. Bamberger** et **A. Landsiedl** montrent que l'acide polyporique retiré par Stahlschmiedt en 1873 d'une espèce inconnue de *Polyporus* est identique à l'acide observé en 1871 par Muller dans le *P. rutilans*.

3° Sciences naturelles. — M. **G. Bayer** a constaté que l'alimentation thyroïdienne accélère notablement l'autolyse, en même temps qu'elle diminue l'alcalescence du sang. — M. **O. Stracker** présente ses recherches sur le pli duodénal longitudinal chez l'homme et les animaux. — M. **H. Ulbrich** a étudié les sinus sanguins veineux de l'orbite du lapin et les a trouvés extraordinairement développés. Ce développement favorise probablement les mouvements de l'œil; il représente peut-être aussi un équivalent des sinus cérébraux peu développés. — MM. **J. Schaffer** et **H. Rabl** ont poursuivi leurs recherches sur le système thyréo-thymique de la musaraigne. Cet animal possède un thymus bilobé typique dans le médiastin antérieur, qui disparaît le plus souvent chez l'adulte; au voisinage de chaque lobe se trouve un tubercule lymphatique. La glande thyroïde se compose également de deux lobes, situés dans le sillon œsophago-trachéal. — M. **P. Fröschel** a étudié le temps de présentation héliotropique et reconnu que la loi hyperbolique est une loi physiologique générale. La lumière de la lampe en quartz à vapeur de mercure provoque encore des courbures héliotropiques après un éclairage de 1/1.200e à 1/2.000e de seconde. La lumière solaire directe induit aussi un fort héliotropisme sur les plantules d'*Avena sativa* après 1/2.000e de seconde d'action. La lumière du jour diffuse faible provoque encore l'induction de l'héliotropisme après 1/40e de seconde d'exposition. — M. **F. von Höhnel** poursuit sa description des champignons des tropiques récoltés à Java. — M. **V. Vouk** a observé sur les racines de *Tilia* de grosses lenticelles, composées d'un phelloderme lâche puissant et d'un liège poreux formé de couches hétérogènes. — Mlle **S. Herzfeld** a étudié la morphologie de l'écaille du fruit du *Larix decidua* Mill. La crista de l'écaille représente une hypertrophie de l'axe floral développée d'un seul côté.

Séance du 14 Octobre 1909.

1° Sciences physiques. — MM. **F. Emich** et **J. Donau** décrivent un procédé pour la filtration de minimes quantités de liquides. De petits disques de papier à filtrer, dont le bord est graissé, sont placés sur un capillaire rodé et le liquide est filtré en établissant une faible contre-pression par en bas. Pour les pesées, on utilise la microbalance de Nernst. — M. **C. Auer von Welsbach** justifie sa réclamation de priorité sur M. Urbain à propos du dédoublement de l'ytterbium. — M. **L. Kaluza** a préparé deux nouveaux acides rhodaniques, dérivés de la pseudo-cumidine et de l'isohexylamine, ainsi que leurs produits de condensation avec diverses aldéhydes aromatiques. L'isohexyldithiocarbamate d'isohexylamine, traité par le chlorocarbonate d'éthyle, fournit COS et de l'isohexylsénevol, d'où l'on prépare l'isohexyl- et la diisohexylthio-urée. — M. **E. Strecker** a recherché la présence de la scutellarine dans 350 plantes; seules, celles de la famille des Labiées en contiennent, et spécialement dans les feuilles et le calice. La lumière est nécessaire pour la formation de scutellarine dans les plantules de *Scutellaria*; chez les plantes vieilles, on n'observe plus d'action de la lumière. La scutellarine présente des migrations dans la plante et s'emmagasine finalement avec les réserves.

2° Sciences naturelles. — M. **H. Zuderell** a étudié la floraison des plantes herbacées; la transpiration la favorise légèrement, mais c'est surtout la lumière qui agit sur la floraison. Des épis de seigle sur lesquels on fait tomber subitement la lumière solaire directe fleurissent en quelques minutes. — M. **O. Richter** a constaté que le sodium est un aliment nécessaire à la croissance des diatomées marines brunes des genres *Nitzschia* et *Navicula*; elles se développent surtout bien sur l'agar contenant 1 à 2 °/₀ de NaCl ou de $NaAzO^{3}$.

Séance du 21 Octobre 1909.

1° Sciences mathématiques. — M. **L. de Ball** décrit les méthodes au moyen desquelles on peut déterminer le lieu d'un objet visible sur le disque du Soleil, de la Lune ou d'une planète par rapport à l'équateur et un méridien fixé du corps céleste. Il donne une nouvelle solution de la détermination de la position d'un cratère lunaire.

2° Sciences physiques. — M. **H. Benndorf** a étudié l'influence d'un certain nombre de facteurs sur l'exactitude de l'enregistrement de certaines données relatives à l'air : courbe de potentiel, chute de potentiel, conductibilité spécifique. — MM. **M. Kohn** et **F. Bum** ont préparé les anhydrides des acides 2-méthylamino-4-méthylamino- et 2-éthylamino-4-éthylamino-2 : 4-diméthylpentane-1-carboniques et étudié l'action de l'oxyde d'éthylène sur eux. Ils ont préparé, d'autre part, par une nouvelle méthode, les amino-alcools dérivant de l'alcool de la diacétone et montré que les amino-lactones $C^{7}H^{13}O^{2}Az$, $C^{8}H^{15}O^{2}Az$ et $C^{9}H^{17}O^{2}Az$ fournissent des combinaisons à molécules égales avec l'acide picrique.

3° Sciences naturelles. — M. M. **Holl** a étudié la première circonvolution de transition du cerveau de l'*Ateles*; elle peut prendre des formes diverses et même manquer complètement; quelquefois, elle constitue une formation complexe avec le *gyrus arcuatus parietalis superior*. — M. F. **Steindachner** décrit une espèce d'*Ageneiosus* (*Pseudageneiosus*), trouvée en trois exemplaires dans le Rio Parnahyba et le Rio Puty au Brésil; il la désigne sous le nom d'*A.* (*P.*) *therezinæ*. — M. H. **Molisch** a constaté qu'en trempant des feuilles vivantes d'*Elodea canadensis* dans une solution à 0,1 °/o de $MnCl^2$ et les plaçant au soleil, les feuilles se colorent peu à peu en brun par dépôt d'oxyde de Mn dans la membrane des cellules de l'épiderme superficiel; le phénomène n'a pas lieu à l'obscurité.

Séance du 28 Octobre 1909.

1° Sciences physiques. — M. E. **von Siebenrock** a étudié les substances employées pour sécher l'éther humide et reconnu que le sulfate de sodium généralement recommandé dessèche très imparfaitement.

2° Sciences naturelles. — M. R. **Poch** envoie quelques renseignements sur son expédition dans le sud du Kalahari.

ACADÉMIE ROYALE DES SCIENCES ET DES LETTRES DE DANEMARK

Mémoires présentés en 1909.

M. A. **Lehmann** adresse une Note relative à un *épiscotistère à miroirs*. On sait que, dans certaines recherches d'Optique physiologique, la nécessité se présente de faire varier l'intensité de la lumière entre

Episcotistère à miroirs. — B, lampe; *m*, *m*, miroirs; E, E, épiscotistères; I, II, collimateurs du photomètre.

des limites très larges. Une intensité 10⁹ fois supérieure au minimum perçu par l'œil se prête, en effet, encore parfaitement à servir dans ces expériences, tandis que les intensités supérieures doivent être évitées, au moins pour les essais prolongés. Or, les multiples méthodes jusqu'ici employées pour varier et mesurer les intensités lumineuses étaient toutes affectées d'un grave inconvénient : celui de ne pas permettre des variations bien considérables. L'auteur conseille d'utiliser dans le même but la réflexion multiple sur les miroirs de verre noir. Comme, en effet, un miroir pareil ne réfléchit qu'un dixième de la lumière incidente, un système de six miroirs doit suffire pour affaiblir l'intensité lumineuse jusqu'à moins d'un millionième de sa valeur initiale, et probablement le nombre de miroirs qu'on peut employer est bien supérieur à six. La figure 1 représente la disposition d'un appareil basé sur ce principe : B est une lanterne sourde à bec Auer; la lumière qui sort par ses deux fenêtres est réfléchie par des miroirs de verre argentés *mm* vers les collimateurs I, II du photomètre. Devant ces derniers, sont disposés les épiscotistères à miroirs E E, se composant chacun de quatre miroirs verticaux, parallèles deux par deux et faisant deux par deux des angles droits. La lumière est réfléchie comme l'indiquent les lignes pointillées. Les miroirs sont maintenus dans la position voulue par un ressort qui, appliqué du côté non réfléchissant, les presse contre un cadre métallique plan. Ces cadres étant fixés au support, on peut remplacer les miroirs par d'autres, sans en changer la position, ce qui entraînerait des divergences de réflexion. L'emploi combiné de miroirs métalliques et de miroirs de verre noir permet de graduer l'intensité lumineuse, laquelle sera d'autant plus faible que le nombre des miroirs noirs par rapport à celui des miroirs métalliques est plus grand. Pour mesurer l'affaiblissement produit par un miroir noir, on enlève les deux miroirs *ss* de façon à envoyer la lumière réfléchie par *m* directement au collimateur II; en installant immédiatement devant ce dernier un épiscotistère d'Aubert, on affaiblit la lumière jusqu'à obtenir la même intensité lumineuse dans les deux moitiés du champ du photomètre. — Le même auteur adresse un Mémoire *sur deux états d'adaptation rétinienne à la lumière*. La divergence frappante entre les résultats obtenus par M. Porter, dans ses expériences sur le papillotement dû aux excitations intermittentes de la rétine, et les résultats de ses propres recherches, faites indépendamment sur le même sujet, ne s'explique pas par les erreurs individuelles aux expérimentateurs. Comme l'auteur le remarque très justement, les biologistes ont, en effet, bien tort, dans la plupart des cas, de qualifier d'erronés les résultats divergents d'un confrère, tant il est vrai que les observations fautives sont assez rares dans les laboratoires scientifiques. Les différences de résultats seraient dues, le plus souvent, à la diversité des conditions de l'expérience et à la définition différente donnée par différents auteurs à une même notion. Dans le cas présent, les divergences s'expliqueraient par l'existence de deux adaptations différentes à la lumière du jour, se produisant respectivement sous l'action de la grande clarté du ciel et sous celle de la lumière diffuse de la chambre. Entre ces deux états, il y aurait cette différence que, dans le premier, les temps de fusion des impressions visuelles seraient plus courts que ceux de la rétine adaptée à l'obscurité, tandis que, dans l'autre, ils seraient plus prolongés. Il existe évidemment, entre les deux conditions extrêmes, une multitude de stades intermédiaires. — M. C. **Christiansen** adresse un Mémoire sur les récentes observations relatives aux rayons radio-actifs, mémoire essentiellement historique et où l'auteur rattache les déperditions d'électricité constatées par Coulomb, et surtout par Matteucci, aux phénomènes d'ionisation et où il résume les travaux modernes sur l'électroscope, travaux d'où résultent la nature radio-active de tous les corps et l'existence, dans l'atmosphère, de rayons présentant les mêmes caractéristiques que ceux qui sont émis par les corps dits radio-actifs.

Alfred Gradenwitz.

Le Directeur-Gérant : Louis Olivier.

Paris. — L. Maretheux, imprimeur, 1, rue Cassette.

20e ANNÉE N° 23 15 DÉCEMBRE 1909

Revue générale des Sciences pures et appliquées

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER, Docteur ès sciences.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. L. OLIVIER, 18, rue Chauveau-Lagarde, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et dans tous les pays étrangers y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Distinctions scientifiques

Les médailles de la Société Royale de Londres. — Dans sa grande séance anniversaire annuelle du 30 novembre, la Société Royale de Londres a distribué comme suit ses cinq grandes médailles:

La Médaille Copley à M. G. W. Hill, l'éminent savant américain, pour ses recherches d'Astronomie mathématique;

Les deux Médailles royales à M. A. E. H. Love, pour ses recherches sur la théorie de l'élasticité et les sujets connexes, et au major Ronald Ross, pour ses beaux travaux sur la malaria;

La Médaille Davy à sir James Dewar, pour ses recherches aux basses températures;

La Médaille Hughes à M. R. T. Glazebrook, pour ses travaux sur les étalons électriques.

§ 2. — Art de l'Ingénieur

Le prochain Congrès international des Mines, de la Métallurgie, de la Mécanique et de la Géologie appliquées. — Le Congrès international des Mines, de la Métallurgie, de la Mécanique et de la Géologie appliquées qui s'est réuni en 1905 à l'occasion de l'Exposition universelle de Liége avait décidé, dans sa séance de clôture, d'accepter l'invitation de l'industrie minière et sidérurgique rhénane-westphalienne et de convoquer le prochain congrès dans cette région. Conformément à cette décision, le Congrès aura lieu à Dusseldorf dans la dernière semaine de juin 1910, sous la présidence des conseillers Kleine et Springorum.

Le Congrès sera divisé en quatre sections, pour lesquelles le Comité d'organisation a tracé un programme scientifique provisoire des plus complets et sollicite des communications (en français, anglais ou allemand). Les délibérations et discussions seront complétées par des visites d'établissements scientifiques et industriels, ainsi que par des excursions géologiques dans les environs, qui promettent d'être des plus intéressantes en raison de l'énorme développement de l'industrie minière, métallurgique et mécanique dans la région.

Pour de plus amples renseignements sur ce Congrès, on peut s'adresser au Comité d'organisation, 3-5, Jacobistrasse, à Dusseldorf.

§ 3. — Physique

La radio-activité de la matière ordinaire. — Les expériences de M. Campbell [1], faites par un procédé de mesure plus sensible que celui de Mme Curie, avaient rendu probable l'existence, en dehors de l'uranium, du thorium et de leurs familles, d'autres éléments (tels que le plomb et le potassium) doués de propriétés radio-actives. MM. Elster et Geitel [2] ont, à la vérité, fait voir que le plomb doit sa radio-activité essentiellement à une matière étrangère, identique au radium F.

Dans un récent Mémoire, MM. M. Levin et R. Ruer [3] continuent leurs recherches antérieures sur la radio-activité du potassium, en les étendant à la plupart des éléments chimiques. Les plaques photographiques dont ils se servent sont enveloppées de papier noir, la couche sensible n'étant recouverte que d'une seule couche de papier, sur laquelle sont posées des plaques de laiton de 1 millimètre d'épaisseur et d'une superficie de 4 × 4 centimètres. Les matières en essai, placées sur des morceaux de papier de soie, sont posées sur des découpures carrées de 1 centimètre de côté, au milieu de ces plaques de laiton. Les plaques photographiques sont introduites et conservées à l'obscurité ; les poses sont continuées pendant environ six mois. Pour éliminer l'influence de quantités même minimes de lumière, les auteurs conservent chaque plaque dans la boîte de carton ayant servi à son emballage et à son transport. Comme, dans ces conditions, il est impossible de constater la moindre différence entre l'activité possible des composants du laiton et de ceux de l'air atmosphérique, les noircissements produits par les différentes matières sont réduits à l'activité possible du laiton comme zéro. Un avantage particulier de ce procédé, c'est l'accumulation des effets, qui permet de se

[1] *Jahrbuch der Radioaktivität*, t. IV, p. 434, 1905.
[2] *Physikalische Zeitchrift*, t. VII, p. 841, 1906; t. VIII, p. 273; t. VIII, p. 776, 1907.
[3] *Physikalische Zeitschrift*, t. X, p. 578, 1909.

limiter à l'examen de quantités minimes de matières. Sa sensibilité va jusqu'à un millionième de l'activité des rayons α du radium.

Tandis que, dans la première série du système périodique des éléments, le lithium, le sodium, le cuivre, l'argent, l'or et les sels de ces métaux ne produisent pas de noircissement, tous les sels de potassium et de rubidium soumis à l'expérience agissent sur les plaques. Le nitrate de césium, ainsi que les sels d'ammonium, se montrent inactifs.

Dans la seconde série du système périodique, les sels de magnésium, de calcium, de strontium, de baryum, de zinc, de cadmium et de mercure sont inactifs, tandis que le béryllium semble posséder possiblement une activité spécifique très faible.

Dans la troisième série, le bore, l'aluminium, l'yttrium, l'indium, le thallium n'exercent aucune action sur les plaques. Les composés du lanthane renferment une émanation à décomposition rapide, dont l'identité avec celle du thorium ne saurait être rigoureusement démontrée.

Dans la quatrième série, le carbone, ni sous la forme de charbon amorphe, ni sous celle de graphite, ne présente d'effets radio-actifs ; il en est de même du silicium, du titane, du zirconium et de l'étain. Ni l'oxyde de germanium, ni le germanium métallique ne permettent de reconnaître les moindres effets sur la plaque. Quatre produits de cérium de provenances diverses présentent des activités très différentes, variant de 1/10 à 100 fois l'activité du potassium. Comme, cependant, la présence d'émanation de thorium se constate dans les produits les plus intenses, il n'y a aucune raison pour attribuer au cérium une activité individuelle. Les expériences sur des échantillons de plomb, les uns vieux d'environ cent ans, les autres provenant d'un aqueduc pompéien, confirment les résultats de MM. Elster et Geitel au sujet de l'absence d'une activité propre.

Dans la cinquième série, le phosphore, le vanadium, l'arsenic, le bismuth ne présentent pas de radio-activité. Les auteurs ne sont pas en mesure d'établir avec sûreté si le noircissement produit par l'antimoine est dû à la présence de sels de potassium. Les composés de niobium et de tantale, ainsi que ceux des terres rares, présentent des résultats incertains.

Dans la sixième série, le soufre, le sélénium, le tellure, examinés à l'état élémentaire, ne donnent aucun effet ; les composés de chrome, de molybdène et de tungstène se montrent également inactifs.

Quant à la septième série, les halogènes, étudiés sous la forme de leurs sels de sodium, se montrent inactifs ; il en est de même des produits du manganèse.

Dans la huitième série, le fer, le nickel, le cobalt ne présentent pas d'effets sur la plaque photographique. Aucun des métaux du groupe du platine ne noircit la plaque. Les effets constatés dans le cas de l'osmium et du ruthénium pulvérulents sont dus, semble-t-il, à une action chimique.

Une expérience d'électricité. — La Société Italienne de Physique vient d'accorder une médaille à une intéressante expérience d'électricité[1], imaginée par M. I. Schincaglia, professeur de Physique à l'Institution Technique Royale d'Ancône.

On sait que les courants induits dans le secondaire d'une bobine de Ruhmkorff sont susceptibles de prendre un potentiel suffisant pour produire dans l'air des décharges électriques d'étendue considérable. En donnant au courant lancé dans le primaire un certain potentiel, l'auteur réalise, par l'emploi d'un interrupteur électrolytique convenable et d'un éclateur spécial en série avec le secondaire, une succession périodique de tous les phénomènes de la décharge.

L'éclateur (fig. 1) se compose de quatre solénoïdes de fil de cuivre isolé, disposés en série et dont les deux extérieurs M, N, sont fixés, tandis que ceux du milieu A, B, repliés vers le bas, se terminent respectivement par une pointe S et un disque S', distants au repos de quelques centimètres. Ces deux solénoïdes du milieu sont doués d'une mobilité suffisante pour pouvoir, avec un effort minime, exécuter des oscillations pendulaires.

Pour arriver d'une borne à l'autre du secondaire, le courant induit parcourt successivement les quatre spirales; trouvant une solution de continuité entre la pointe et le disque, il exécute, grâce au fonctionnement de l'interrupteur électrolytique, un mouvement oscillatoire qui donne à la décharge, dans l'intervalle extrêmement court d'une demi-oscillation, les aspects multiformes que lui attribuent les variations de la distance explosive, du nombre d'interruptions et de l'intensité et de la force électromotrice du courant induit.

M. Schincaglia a construit, à cet effet, dans son laboratoire d'électricité, l'interrupteur électrolytique à orifices représenté par la figure 2.

Une boîte en bois renferme trois cuvettes à accumu-

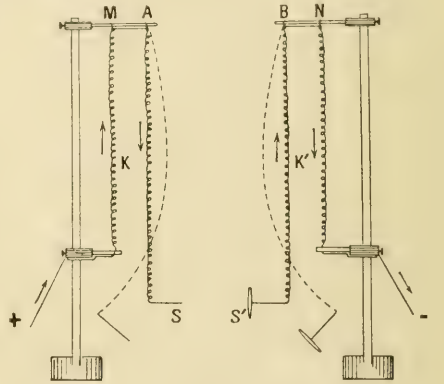


Fig. 1. — *Appareil réalisant successivement tous les phénomènes de la décharge.* — M,N, solénoïdes fixes ; A,B, solénoïdes mobiles ; S, pointe ; S', disque.

lateurs contenant de l'eau acidulée à 10 °/₀, où plongent trois lames de plomb R disposées le long des parois transversales et reliées par un fil de cuivre à une borne attachée au couvercle. A l'intérieur de chaque récipient, sont disposées deux grosses éprouvettes de 24 centimètres de hauteur et de 5 à 6 centimètres de diamètre, au fond ou, mieux encore, aux côtés desquelles on pratique un petit orifice Q, dont le diamètre est intermédiaire entre un minimum de 1 et un maximum de 3 millimètres. Les petits cylindres de plomb P, à l'intérieur de ces éprouvettes, communiquent, à l'aide des tiges O, avec l'un de deux morceaux de cuivre M, M' enchâssés dans une plaque de matière isolante. Ces deux morceaux de cuivre peuvent être mis en communication au moyen de la fiche C. Les six éléments, qui tous sont construits de façon identique, peuvent être combinés entre eux en nombre quelconque.

Cet interrupteur fonctionne avec un potentiel assez élevé en série avec le primaire, qui comporte encore une résistance réglable à la main, un plomb fusible et un simple interrupteur de courant.

Ce dispositif permet d'obtenir au secondaire des distances explosives très considérables avec de faibles intensités de courant, mais un potentiel assez élevé dans le primaire.

[1] L'*Elettricista*, n° 15, 1909.

Dans la figure 1, il existe au commencement, entre la pointe et le disque, une distance de 10 à 15 centimètres. Pour amorcer les oscillations des solénoïdes intérieurs A B, il faut qu'entre S et S' il se produise, non pas une décharge explosive, mais seulement une décharge silencieuse en forme de panache. Au moment même où le courant est lancé dans le primaire, les solénoïdes M, A, d'une part et B, N, d'autre part, se trouvent chargés d'électricité à une différence de potentiel énorme, produisant une action de répulsion électrostatique très intense entre M et A et entre N et B, de façon qu'en K et K' se forment des renflements très visibles.

Grâce à la mobilité extrême de A et B, la pointe et le disque se rapprocheront ensuite à quelques centimètres de distance, de façon à former des décharges explosives qui diminuent la répulsion mentionnée ci-dessus. Or, en commençant la moitié rétrograde de leur oscillation, A S et B S' interrompent les décharges de façon à reproduire la répulsion qui augmente l'amplitude du mouvement pendulaire. C'est ainsi que la distance entre la pointe S et le disque S' subit des variations énormes : Au contact entre S et S', c'est-à-dire quand cette distance s'annule, il se produit un violent arrachement, comme si l'éclateur mobile subissait de la part de la décharge une action mécanique; lorsque, au contraire, la distance dépasse la longueur de 30 centimètres, les solénoïdes s'incurvent comme le font voir les lignes pointillées de la figure 1.

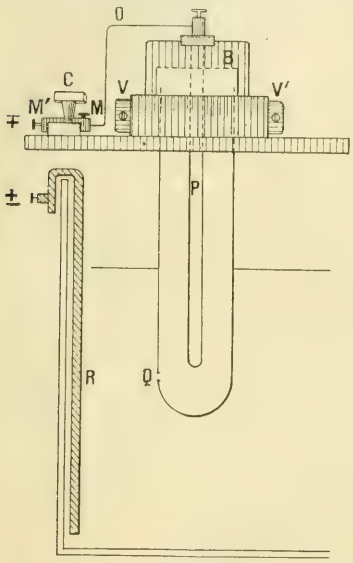


Fig. 2. — *Interrupteur électrolytique à orifices.* — R, lame de plomb; P, cylindre de plomb; Q, orifice; O, tige de cuivre, M,M', morceaux de cuivre; C, fiche de contact; B,V,V,' isolants.

Le mouvement, une fois amorcé, s'entretient avec une régularité assez grande, parce qu'à ces actions il faut ajouter l'effet électrodynamique du courant induit qui, en se propageant dans les spirales en sens opposés, produit une répulsion.

Ce dispositif permet de réaliser sans interruption aucune, et en succession rapide et périodique, toutes les formes possibles de la décharge dans l'air.

D'autre part, cette expérience met en évidence certaines propriétés des interrupteurs électrolytiques et des courants induits de la bobine de Ruhmkorff. C'est ainsi qu'un simple galvanomètre vertical à très grande résistance, inséré dans le secondaire, pendant le mouvement pendulaire de l'éclateur, oscille presque synchroniquement avec ce dernier, comme s'il était traversé par un courant continu, mais d'une intensité périodiquement variable. En même temps se produit, aux orifices des éléments électrolytiques, en raison de la rapide variation de résistance dans le secondaire, un nombre d'interruptions fort variable aussi, et l'on entend des sons caractéristiques de timbre spécial et d'une hauteur variable suivant la distance qui sépare le disque et la pointe.

Les solénoïdes peuvent être remplacés par de simples fils verticaux.

§ 4. — Chimie

Fabrication de la chaux sans installation spéciale. — Cette opération mériterait d'être mieux connue et pratiquée plus souvent qu'elle ne l'est actuellement.

La proportion de houille employée n'est pas beaucoup plus considérable que quand on se sert de fours, mais la manutention des pierres et du combustible demande plus de temps. Par contre, on évite les frais de construction d'un four et on a la possibilité de réduire les transports au minimum.

Les quantités respectives de houille et de calcaire à employer varient beaucoup suivant la composition de l'une et l'autre de ces matières, beaucoup aussi suivant l'habileté du chaufournier. De toutes façons, il vaut mieux employer trop peu de houille que trop. Dans le premier cas, on aura une certaine proportion d'incuits qu'on pourra repasser à une fournée suivante; dans le second, on peut avoir, surtout si la cuisson est vivement conduite, une fusion des silicates mélangés au calcaire, les matières fondues pouvant enrober une bonne partie de la chaux et en rendre ainsi impossible l'utilisation. Un wagon de houille de 10.000 kilogs sera souvent suffisant pour traiter 50 mètres cubes de pierre calcaire. (Nous indiquons ces quantités à titre d'exemple, mais on peut traiter plus ou moins de matières.)

Sur une aire circulaire de 5 mètres de diamètre, aplanie et légèrement tassée, on creuse, au centre, une cavité, circulaire aussi, de 1 mètre de diamètre et 50 centimètres de profondeur. On relie cette cavité avec la périphérie par un canal de même profondeur et de la largeur d'un fer de bêche (ce conduit servira à l'allumage). Dans cette cavité circulaire, on dispose un foyer pouvant prendre feu assez facilement, soit successivement : de la paille, du bois assez menu, puis des bûches ou rondins formant une voûte solide. Ceci fait, on étend sur toute l'aire une première couche de pierres plates, qui doit protéger la cavité du centre et le conduit contre les affaissements. On dispose ensuite des couches successives de houille et de calcaire, ces dernières devant être à peu près cinq fois plus épaisses que les premières.

On va en rétrécissant suffisamment pour donner à la masse une certaine solidité et on termine par une couche de calcaire. On recouvre le tout de pierres plates, puis de gazons et, en dernier lieu, de mortier de terre. On laisse un certain nombre d'évents, d'abord en bas du côté du vent, puis en haut du côté opposé. Pour allumer, on se sert d'une torche fixée au bout d'une perche, torche qu'on introduit dans le conduit d'allumage. Une fois le feu bien pris, on peut boucher tout ou partie des évents; et il est même bon de boucher les crevasses qui pourront se produire dans le revêtement externe. Suivant qu'on réduit plus ou moins l'aération, la cuisson peut durer de quelques jours à trois semaines; quand elle est conduite lentement, on arrive à éviter la formation de loupes (en empêchant la fusion des silicates). **Ch. Groud.**

§ 5. — Géologie

L'origine tectonique des tremblements de terre de Provence et d'Italie. — Ces deux grands cataclysmes qui ont affecté l'Europe méridionale paraissent avoir tous deux été des tremblements de terre d'ordre tectonique, c'est-à-dire dus à de très légers mouvements du sol.

Beaucoup d'auteurs considèrent les tremblements de terre comme en rapport avec les éruptions volcaniques; cette hypothèse ne paraît guère fondée; les éruptions volcaniques déterminent bien quelquefois des tremblements de terre; mais ceux-ci sont très locaux; les plus grandes éruptions connues n'ont donné lieu qu'à des séismes peu importants. M. A. Lacroix a donné des renseignements probants, en ce qui concerne la Martinique, où l'éruption n'a pas été accompagnée de tremblements de terre violents.

Il est à remarquer que le phénomène sismique de Messine n'a été connexe d'aucune éruption volcanique; ni l'Etna, ni le Stromboli n'ont manifesté de recrudescence.

En Provence, aucun volcan digne de ce nom n'existe dans la zone dévastée. On a fait beaucoup d'honneur au petit pointement basaltique de Beaulieu, en lui attribuant la cause du séisme; car c'est précisément l'un des points qui, dans la région sinistrée, a été le moins atteint.

Il est très curieux de constater, au contraire, ainsi que M. Montessus de Ballore l'a fait remarquer depuis longtemps, que les régions épi-centres des tremblements de terre coïncident avec des lignes tectoniques, c'est-à-dire avec de grandes failles.

A Messine, a écrit M. Dongier, le mouvement sismique aurait eu son origine dans la faille qui sépare les terrains anciens, cristallins, de l'Aspromonte calabrais des monts Péloritains siciliens.

Dans les Bouches-du-Rhône, il est remarquable que la ligne droite qui joint les localités les plus éprouvées: Salon, Pelissanne, Lambesc, Rognes, Puy-Sainte-Réparade, coïncide avec une ligne de faille, connue depuis longtemps et tracée en particulier sur la Carte géologique détaillée (Aix, n° 235; tracés de L. Collot). Une autre zone éprouvée: Mouries, Eyguières, Alleins, Charleval, La Loque-d'Antheron, coïncide avec une seconde faille parallèle, également très nette[1].

J'ai donc pensé que la cause du séisme devait être cherchée dans un léger mouvement de ce compartiment de l'écorce terrestre qu'est la Chaîne des Côtes, comprise entre les deux failles précitées; ce léger mouvement a ébranlé tous les pays voisins, à peu près comme un caillou que l'on jette dans une mare détermine dans l'eau une série d'ébranlements qui vont en se répercutant jusqu'au bord. Mais ces ébranlements ne se sont pas propagés d'une façon régulière; ils ont rencontré deux massifs calcaires stables, qui ont, pour ainsi dire, fait *écran* et ont forcé les ondes sismiques à se resserrer dans l'espèce de cul-de-sac compris entre eux deux et à y devenir plus violentes. Ainsi furent détruits les villages de Saint-Cannat, Puyricard, Venelles, etc.

Il me paraît bien certain que ce n'est pas le mouvement lui-même qui a causé les dommages, mais l'ébranlement qu'il a communiqué à tout le sol meuble autour de lui.

Paul Lemoine,
Chef des Travaux de Géologie au Laboratoire colonial du Muséum d'Histoire naturelle.

§ 6. — Botanique

La résistance des graines de Légumineuses aux températures élevées. — A la réunion de 1909 de la Société helvétique des Sciences naturelles à Lausanne, M. O. Schneider-Orelli a exposé les résultats d'intéressantes expériences sur ce sujet[1]. Une observation faite au cours d'une opération industrielle a été le point de départ de ses recherches.

On sait qu'un des exemples les plus frappants de transport de graines par les animaux est offert par certaines espèces de *Medicago*. En effet, à l'aide de leurs nombreux piquants, parfois recourbés en forme de crochets, ces fruits se cramponnent si bien à la toison des moutons qui les frôlent en passant, qu'après la tonte ils s'exportent avec la laine et ils subissent les divers traitements par lesquels passe la laine avant le tissage. C'est ainsi que M. Schneider-Orelli constata que nombre de ces graines, après avoir bouilli dans un liquide pendant une heure et demie, n'avaient pas perdu leur faculté germinative. Ce fait l'engagea à étudier de plus près leur résistance aux températures élevées, soit dans l'air, soit dans l'eau.

Il résulte de ces expériences que certaines espèces de *Medicago* possèdent des graines extraordinairement résistantes, plusieurs de ces dernières ayant fourni des plantes normales après avoir été soumises à une température soit de 100° C. pendant dix-sept heures, soit de 120° pendant une demi-heure. Par contre, aucune des graines de luzerne en expérience n'a pu supporter, même pendant un temps très court, une température de 130°. En raison de leur extrême dureté, quelques-unes de ces graines ont pu résister à un séjour de sept heures et demie dans l'eau bouillante (98° C.), ou d'une demi-heure dans l'eau maintenue à 120° sous pression dans l'autoclave. Toutefois, la résistance diminue beaucoup dès que, par suite de rupture du tégument de la graine, l'eau a pu pénétrer dans l'intérieur de celle-ci.

§ 7. — Zoologie

La fourmi rouge de Ceylan. — Parmi les industries observées chez les insectes, l'une des plus remarquables est celle de la fourmi rouge ou fourmi fileuse (*Œcophylla smaragdina*). Très commune dans la région

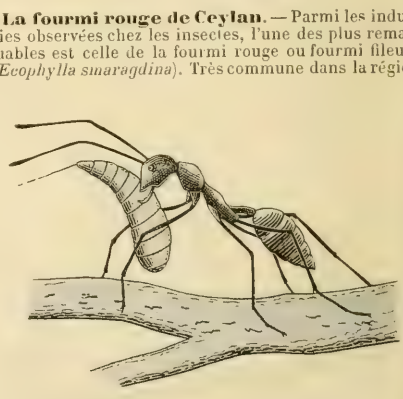


Fig. 1. — *Ouvrière portant entre ses mandibules une larve fileuse.*

chaude des Indes, de Ceylan, de Malacca et jusqu'en Australie et en Afrique, l'Œcophylle fait son nid sur les arbres, au milieu des feuilles, de préférence sur le manguier. Ces constructions se distinguent en ceci que la soie qui les tapisse est empruntée à la larve. En effet, lorsqu'une première escouade d'ouvrières a réussi à rapprocher les feuilles (travail qui dure d'ordinaire une à deux heures), on voit les fourmis fileuses accourir d'un nid voisin, chacune avec une larve entre ses

[1] Paul Lemoine : Sur les relations tectoniques du tremblement de terre de Provence. *C. R. Acad. Sciences*, t. CXVIII, 21 juin 1909, pp. 16 6-1668. Observations faites sur le tremblement de terre de Provence (11 juin 1909). *Bull. Soc. Philom. Paris*, 10, t. I, 1909, 34 pages, 2 cartes.

[1] *Archives des Sciences phys. et nat.*, 4e pér., t. XXVIII, n° 11, p. 480 (15 nov. 1909).

mandibules (fig. 1), et, en promenant ladite larve d'une feuille à l'autre, se servir de la soie fournie par celle-ci pour former la toile qui maintient les deux feuilles. L'Œcophylle se sert donc de sa larve non seulement comme producteur de matière première (la soie sécrétée par les filières), mais encore comme d'une navette à tisser.

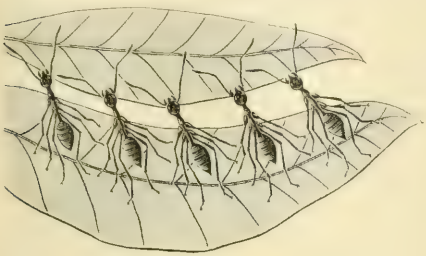


Fig. 2. — *Œcophylles occupées à rapprocher deux feuilles.*

Ces faits extraordinaires, uniques probablement dans tout le règne animal, ont été observés par Holland à Ballangoda, en 1895, et confirmés dès lors par Ridley, Green, Chun et Doflein. Une figure publiée récemment par ce dernier auteur (fig. 2) montre, entre autres, une rangée de ces insectes occupés à rapprocher deux feuilles préalablement écartées. Disposées sur une ligne au niveau de l'interstice, avec toutes les têtes tournées du même côté, les fourmis se cramponnent à l'une des feuilles au moyen de leurs six ongles, tandis que, tirant sur l'autre feuille au moyen de leurs mandibules, elles reculent peu à peu jusqu'à ce que les bords soient en contact. Quelques fileuses accourues à la rescousse s'apprêtent justement à commencer leur travail.

M. E. Bugnion, professeur à l'Université de Lausanne, qui a passé l'hiver dernier à Ceylan, a confirmé et complété ces observations et, au dernier Congrès de la Société helvétique des Sciences naturelles, il a communiqué quelques faits nouveaux, résumés dans le dernier numéro des *Archives des Sciences physiques et naturelles*[1].

Fig. 3. — *Chaîne d'Œcophylles s'efforçant de rapprocher deux feuilles très éloignées.*

[1] Numéro du 15 novembre 1909, p. 511 et suiv.

Ainsi il a pu voir, outre les fourmis disposées sur un rang (telles que les figures Doflein), de véritables chaînes d'Œcophylles tendues parallèlement d'une feuille à l'autre, travaillant d'un commun accord (fig. 3). Ces chaînes, qui apparaissent lorsque l'écartement d'une feuille dépasse la longueur d'une fourmi isolée, sont formées de plusieurs individus (le plus souvent 5 ou 6) solidement accrochés les uns aux autres, chaque insecte tenant au moyen de ses mandibules la taille de celui qui le précède. Cette taille, très fine, représente le premier segment abdominal. Dans le cas observé, l'interstice des deux feuilles, large de 3 à 4 centimètres, était rempli d'un grand nombre de ces chaînes, exactement juxtaposées, formant une sorte de dentelle vivante, de couleur jaunâtre.

Ce spectacle, bien fait pour captiver un naturaliste, put, grâce à la position peu élevée du nid (2 mètres au-dessus du sol), être suivi sans peine de 5 heures après-midi à la nuit tombante. Etant retourné une dernière fois auprès du manguier à 8 h. 1/2 du soir, M. Bugnion constata, à la lueur de sa lanterne, que les feuilles s'étaient un peu rapprochées, mais que les chaînes d'Œcophylles tiraient encore, sans donner le moindre signe de lassitude. N'y a-t-il pas dans de tels faits, ajoute l'observateur, une sagacité, une intelligence du but à atteindre qui dépassent les limites de l'instinct ?

§ 8. — Hygiène publique

Les loges de concierge et les chambres de domestiques au point de vue de l'hygiène. — Il est regrettable de constater que, malgré les progrès de l'art de la construction et les louables préoccupations d'hygiène qui animent aujourd'hui les architectes, très peu de progrès aient été faits dans la disposition et l'aménagement de certaines parties de nos immeubles : nous voulons parler des loges de concierges et des chambres de domestiques. Cette question commence cependant à préoccuper les esprits et, depuis quelques années, elle a donné lieu à une série de travaux de MM. Pergod, Boureille, Juillerat, Trélat et Rey, les Drs Lucien-Graux et Henry Thierry, dont il est intéressant de donner un aperçu :

Les maisons modernes, écrivent MM. Pergod et Boureille, possèdent des loges de concierge vastes, hautes de plafond, avec électricité, chauffage à la vapeur d'eau. L'ameublement de la pièce d'entrée, souvent installée par le propriétaire, est très convenable. Cette pièce est fréquemment un petit salon pour les personnes qui désirent écrire ou attendre. Mais, si la loge est confortable, elle n'est pas toujours salubre. L'air et le soleil y entrent rarement. En général, l'ouverture de la loge donne sur une courette ou sur l'escalier, presque jamais sur la rue. La loge n'a donc le soleil qu'indirectement. Certaines loges ont le gaz ou l'électricité allumés le jour comme la nuit.

Dans les maisons anciennes, la disposition des loges varie beaucoup. Comme dans les maisons neuves, elles sont la plupart du temps au rez-de-chaussée, quelquefois même sur la rue. D'autres sont au niveau du sol, quand elles ne sont pas en contre-bas, et sur terre-plein, d'où une humidité permanente. D'autres encore n'ont pas la hauteur réglementaire, laquelle hauteur est amoindrie par une soupente où le lit se trouve installé, et, dans ce cas, il est même impossible de s'y tenir debout. Mais on en rencontre encore au fond des courettes et, au premier étage, dans un escalier privé de soleil.

Très peu de loges anciennes comportent plus d'une pièce, qui sert de loge, chambre à coucher, salle à manger et cuisine. Parfois une petite construction en planches ou en briques, installée dans la cour, sert de cuisine ; mais cela est une rareté. La nourriture est préparée à la hâte et cuite sur un petit fourneau à gaz installé sur une planche, dans un coin, dans un défoncement de mur ou dans la cheminée.

Les loges sont éclairées et aérées sur des courettes de très petites dimensions. La concierge y lave son linge et l'y fait sécher ; les murs sont très sales, parce que les locataires y jettent quantité de détritus. Lorsque les courettes sont vitrées, le concierge est protégé contre les malpropretés des étages supérieurs, mais n'a plus d'air ni de soleil. Par contre, ces courettes vitrées donnent une grande chaleur en été et une température humide et glaciale en hiver.

On concoit que, dans de telles conditions d'habitation, les concierges fournissent un tribut élevé aux maladies contagieuses, et tout particulièrement à la tuberculose.

Or, la salubrité des loges est intéressante à un double aspect : santé de ceux qui en sont titulaires, santé de ceux qui habitent la maison. Si le concierge est tuberculeux, il souille non seulement la loge, mais ses abords, porche, porte, couloirs, passages, etc., où le balayage se fait, bien entendu, à sec, soulevant les poussières et les bacilles. La ville de Paris a déjà essayé de réagir contre les inconvénients de voisinage du concierge avec les locataires, là où il lui était possible d'intervenir. Ainsi, le règlement de ses écoles oblige le concierge à évacuer de sa loge tout membre de sa famille ou lui-même, s'il est atteint d'une maladie contagieuse.

Mais on n'en est pas encore là dans les maisons particulières. On sait avec quelle facilité se propage la scarlatine, dont les squames pulvérulentes peuvent voltiger ou s'attacher aux objets, transporter le germe à distance. Les paquets et correspondances des locataires, que les facteurs déposent à plusieurs reprises au cours de la journée dans la loge, y sont manipulés par les concierges et leur famille. Ce sont des véhicules tout désignés.

Que d'autres moyens de contamination offre la loge à chambre unique, en général, pour la maison! Les locataires sont obligés parfois d'entrer pour un renseignement, et les bonnes y font des séjours et des conversations, dont l'obligation ne se fait peut-être pas sentir, mais qui n'en sont pas moins recherchées de part et d'autre. Si le concierge a des enfants, il est difficile que ceux-ci échappent aux épidémies du jeune âge ; ils favorisent alors la création du foyer dans la maison.

Pour les domestiques, situation analogue. Les domestiques sont tantôt logés, tantôt couchés seulement. Comme pour le concierge et l'employé, ce logement ou ce couchage est une part du salaire.

Ordinairement, les domestiques sont logés dans une petite chambre, souvent mansardée, située au dernier étage de la maison. L'air y entre rarement. Le soleil y pénètre trop ou trop peu. Un simple vasistas, quelquefois une fenêtre, éclaire la pièce. Rien ne protège contre la chaleur ou le froid. La cheminée est absente. Il n'y a ni jalousie ni persienne. Il y fait très froid l'hiver et très chaud l'été. Le domestique n'y vient que tard le soir, pour s'y coucher, et n'y reparaît plus de la journée. Les meubles, fournis par le patron, sont des plus modestes. Un petit lit de fer, pour une personne, une petite table en bois blanc, un bougeoir, un pot à eau, une cuvette et une chaise composent l'ameublement. Le porte-manteaux est derrière la porte et formé souvent par des clous qui supportent les vêtements.

A l'Exposition de la tuberculose, au Grand-Palais, en 1905, se trouvaient représentées côte à côte une chambre de domestique dans le quartier des Champs-Elysées et une cellule de la prison de Fresnes-les-Rungis. Cette dernière semblait beaucoup plus spacieuse et salubre que la chambre de domestique.

Les domestiques peuvent être couchés et non logés. Ils restent, dans ce cas, dans l'appartement de leur patron. Ceci se rencontre surtout chez les petits commerçants, les employés aisés, et dans certaines professions (médecins) où il est nécessaire que quelqu'un demeure constamment dans l'appartement.

Quand l'appartement est suffisamment grand, la domestique a sa chambre à elle — ce qui est rare. Plus fréquemment, elle couche dans l'antichambre, la salle à manger, la cuisine, sur un lit-cage que l'on range le matin dans un coin ou dans un cabinet de débarras. Lorsque la domestique couche dans la cuisine, elle se trouve dans de très mauvaises conditions d'hygiène. Si elle couche dans une vaste pièce de l'appartement, l'hygiène est respectée, mais la personnalité de l'individu est totalement supprimée, et de semblables choses ne peuvent être tolérées au nom de la salubrité. La situation est parfois pire, et l'on peut voir des domestiques coucher le soir dans la cuisine après avoir disposé leur matelas sous la hotte.

Le caractère et la santé des domestiques se ressentent bientôt d'une pareille existence, et qui sont ceux qui en supportent les plus immédiates conséquences, sinon les personnes qui ont recours à leurs services?

La collectivité tout entière est donc intéressée aux conditions dans lesquelles sont logés concierges et domestiques, car, en dernier ressort, c'est sur elle que s'en fait sentir la répercussion. Il n'est donc pas étonnant qu'au moment où l'on a élaboré la loi de 1902 sur la santé publique, les hygiénistes se soient préoccupés de cet état de choses; ils sont parvenus à faire insérer dans la loi la disposition suivante, relative aux loges de concierge :

Une loge de concierge ne pourra avoir, et ce, par exception, une surface inférieure à 12 mètres : les cuisines annexes à ces loges, qui seraient éclairées et aérées sur une courette, devront être munies, en plus du tuyau de fumée réglementaire, d'une cheminée de ventilation d'une section minima de 4 décimètres carrés et montant à 1 mètre au-dessus de la partie la plus élevée de la construction, ou de tout autre dispositif assurant une ventilation équivalente. La cheminée de ventilation sera, autant que possible, contiguë au tuyau de fumée. En ce qui concerne les surfaces des cours sur lesquelles ces loges sont éclairées, elles ne peuvent être inférieures à 15 mètres superficiels et les vues directes ne pourront s'étendre à moins de 4 mètres et de 2 mètres pour les cuisines; les baies de croisées devront avoir un ensemble de section d'au moins un cinquième du sol de la pièce. Les loges servant à l'habitation de jour et de nuit et pourvues d'un appareil de chauffage, fourneau ou calorifère, devront être ventilées.

Malheureusement, la loi de 1902 n'ayant pas d'effet rétroactif, seules les maisons nouvelles, dont le plan à construire est soumis à l'examen des Services d'Architecture et d'Hygiène, bénéficient de ces dispositions. A l'égard de ce qui existe, on n'a pris aucune mesure. On s'est occupé de l'avenir, mais pas du présent.

Pour combler cette lacune, tout au moins en ce qui concerne Paris, M. Emile Massard, s'appuyant sur une autre disposition de la loi, vient de déposer devant le Conseil municipal la proposition suivante :

« L'Administration est invitée à interdire l'habitation, en vertu de la loi de 1902 sur la santé publique, de toutes pièces non éclairées et aérées par une fenêtre, à proscrire les lucarnes dans les chambres à coucher situées dans les combles ou ailleurs, et à faire appliquer rigoureusement tous les règlements d'hygiène aux logements occupés par les concierges, domestiques et employés couchés. »

En outre, il a proposé que le Conseil émette le vœu :

« Que les services compétents du Ministère de l'Intérieur et du Ministère du Travail accordent aux concierges et domestiques la même protection qu'aux autres travailleurs. »

On ne peut qu'applaudir à cette initiative et souhaiter que ces propositions soient adoptées et se généralisent dans d'autres villes.

NOUVELLES EXPÉRIENCES

SUR LA FORME ET LA STABILITÉ DES POISSONS

Dans un précédent article[1], j'ai étudié la résistance à l'avancement et la stabilité d'un certain type poisson, défini, quant à sa carène, par un cône de révolution à base antérieure, retaillé à l'avant par un dièdre à arête horizontale et à l'arrière par un dièdre à arête verticale, et, quant à ses nageoires, par une certaine disposition dont j'ai exposé le détail. Or, ce type est réel et reproduit fidèlement celui de nombreux poissons rapides, tels que les Squales ou les Truites; cependant, il en existe un autre, que l'on peut concevoir comme une compression latérale du précédent et qui est également fort répandu. L'insertion des nageoires y est, d'ailleurs, tout autre et leur jeu, sans doute, doit être assez différent.

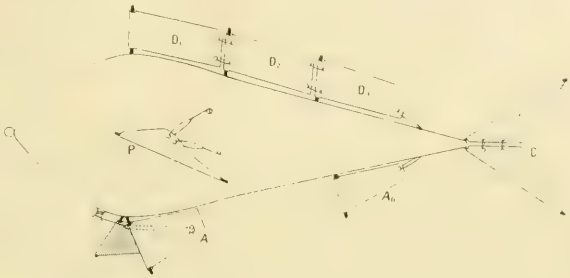


Fig. 1. — *Modèle artificiel reproduisant la forme Daurade.*

Parmi ces poissons comprimés latéralement[2], il faut, au reste, tout de suite distinguer deux catégories : ceux qui sont faiblement comprimés, comme les Carpes, les Tanches, les Vieilles, dont la marche usuelle est assez lente, et ceux qui sont plus comprimés, comme les Daurades et les Thons, possédant une réputation plus ou moins justifiée de grande vitesse.

Laissant encore une fois de côté les types par trop spéciaux, comme les Congres, les Anguilles, les Pleuronectes et les Raies, j'ai fait une étude minutieuse des deux catégories de poissons comprimés dont je viens de parler; j'y ai relevé des faits nouveaux et intéressants, qui m'ont d'ailleurs amené à revoir et à compléter ceux que m'avait déjà livrés l'étude du type non comprimé.

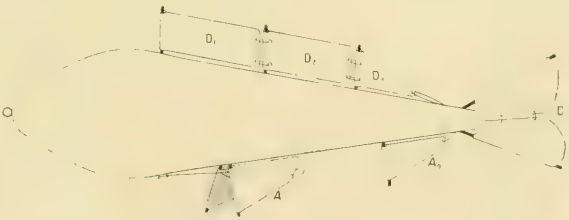


Fig. 2. — *Modèle artificiel reproduisant la forme Carpe.*

I. — Modèles artificiels de poissons comprimés.

§ 1. — Construction des carènes.

Observant d'abord que les poissons comprimés ont toujours des formes courtes, comparables aux formes α déjà étudiées, je ne construisis mes modèles qu'en une seule longueur, celle de 18 centimètres. Je voulus aussi conserver la même surface au maître-couple. Prenant pour point de départ un cône à section droite elliptique, au lieu d'un cône de révolution, j'adoptai les dimensions respectives suivantes :

	DEMI-DIAMÈTRE DE BASE	SURFACE DE BASE
Cône de révolution.	$R = 17^{mm}$ (1)	$\pi R^2 = \pi \times 289^{mm^2}$
Type « Carpe » . . .	$a = 12^{mm}$; $b = 24^{mm}$	$\pi ab = \pi \times 288^{mm^2}$
Type « Daurade » .	$a = 9^{mm}$; $b = 32^{mm}$	$\pi ab = \pi \times 288^{mm^2}$

Cela étant, je pratiquai sur mes deux cônes comprimés les tailles horizontales et verticales et j'eus des carènes fort analogues aux corps des poissons que j'avais en vue et que reproduisent les figures 1 et 2.

Modelées dans du bois de peuplier très léger, je dus les lester fortement; ce lest, d'ailleurs, en raison de la compression, devait être plus efficace que sur les formes rondes. J'insiste sur ce point, afin qu'on ne voie pas dans une diffé-

[1] Carènes et poissons. Stabilisation par les nageoires. *Rev. gén. des Sciences* du 30 juillet 1909.

[2] J'emploierai toujours ce terme de comprimés latéralement, ou, plus brièvement, de comprimés, afin d'éviter une confusion avec les poissons plats, Pleuronectes et Raies.

[1] Dans mon précédent article, une erreur typographique indique 24 millimètres comme diamètre transversal; en réalité, c'est 34 millimètres, et 17 millimètres pour demi-diamètre.

rence de lestage une explication à la stabilité moindre dont je parlerai tout à l'heure, puisque ce serait tout le contraire de la réalité.

§ 2. — **Construction des nageoires.**

J'établis les nageoires avec les mêmes tigelles d'acier, les mêmes plaquettes d'aluminium, les mêmes caoutchoucs et les mêmes dispositifs que j'ai suffisamment décrits dans mon précédent article. Parlons d'abord de celles que je laissai identiques à ce qu'elles étaient sur le type antérieur.

L'anale demeura tout à fait sans changement, ainsi que la caudale, à ce détail près que j'arrondis la forme sur le modèle « Carpe » et que je l'effilai sur le modèle « Daurade ». La dorsale de ces poissons est ordinairement fort longue, unique et souple; je lui donnai la même longueur que dans la nature et, pour conserver sa souplesse, je la divisai en trois volets vibrant séparément.

Les nageoires abdominales sont, chez les poissons qui nous occupent, ramenées presque à la même zone transversale que les pectorales; de plus, elles ont quitté la ligne latérale et sont descendues jusqu'au bord ventral du corps; elles sont plus rapprochées l'une de l'autre à leur arrière qu'à leur avant. Pour les construire, je plantai, vers le bord ventral de la carène, deux tigelles d'acier inclinées à 45° sur le plan de symétrie et distantes l'une de l'autre de 16 millimètres à leur base. Sur chaque tigelle, j'enfilai le bord roulé en tuyau d'un trapèze d'aluminium; la petite base du trapèze dirigée en arrière était battante : je la fixai à la carène par un caoutchouc, de façon à la rapprocher de la lame symétrique. Sous le ventre du modèle, j'avais ainsi établi une sorte de toit plus étroit à son arrière qu'à

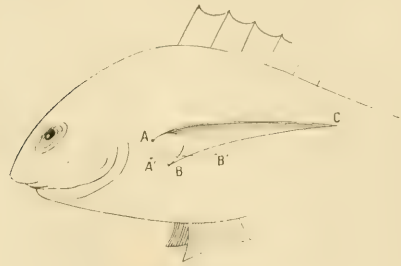


Fig. 3. — *Insertion de la pectorale chez la Daurade.*

son avant, et l'étroitesse à l'arrière variait suivant la vibration des lames d'aluminium ramenées par les caoutchoucs tenseurs.

Les nageoires pectorales présentent, dans les deux types que j'étudie, des ressemblances superficielles et des différences profondes. Dans les deux cas, leur insertion est transversale, et, d'après cela, elles *paraissent* devoir exclusivement servir de rames ou de freins, ou tout au plus de gouvernails de profondeur pour la montée et la descente. Mais il faut distinguer radicalement entre les deux façons dont elles fonctionnent réellement. Dans le premier

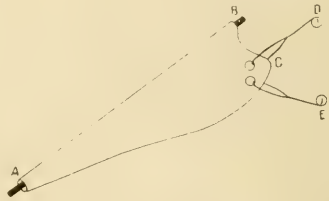


Fig. 4. — *Reproduction artificielle de la pectorale du type Daurade.*

type : Carpe (*Cyprinus*), Tanche (*Tinca*), Vieille (*Labrus*, *Crenilabrus*), etc..., les pectorales souples sont susceptibles de mouvements très divers; elles servent effectivement, dans la marche lente, de rames qui peuvent faire avancer ou reculer, de gouvernails pour monter ou descendre; mais, dans la nage filée qui suit un brusque coup de queue, *elles sont collées au corps*, autant dire supprimées et, sur le modèle qui représentait ce type, je n'en posai pas du tout.

Dans le deuxième type, Daurade (*Chrysophrys*, *Pagellus*, etc.) ou Thon (*Thynnus*), la pectorale se comporte autrement. Dans le bassin de l'aquarium de Roscoff, j'avais longuement vu nager des *Pagellus centrodentus* et j'avais observé avec certitude l'étalement horizontal de leurs nageoires pectorales; l'insertion semble mal se prêter à ce jeu. Cependant, si l'on place sur un poisson frais le doigt en avant de AB (fig. 3), la nageoire se redresse perpendiculairement au corps; le bord AC demeure assez rigide et il semble que les rayons, plus souples en s'approchant de BC, sont susceptibles de fuir en arrière sous la pression de l'eau et de transformer la nageoire oblique en une nageoire horizontale, mais non sans une certaine résistance qui aurait pour effet de faire toujours monter le poisson, ce qui n'a pas lieu. Pour en avoir le cœur net, j'ai disséqué la musculature de l'épaule; sans entrer ici dans tous les détails anatomiques, je puis donner les deux conclusions suivantes : 1° Les masses musculaires sont beaucoup plus importantes en avant qu'en arrière, ce qui exclut le rôle de rames; 2° Les masses antérieures tirent la nageoire en avant de façon à l'amener perpendiculairement au corps, mais elles agissent *surtout* en tirant sur le point A et tendent à l'abaisser; en même temps, les masses postérieures tirent presque exclusivement pour relever le point B. En sorte que, malgré l'apparence morphologique du poisson mort ou immobile

qui indique l'insertion en AB, le fonctionnement se fait comme si elle était en A'B' et maintenue en cette position par deux tractions élastiques.

Après ces constatations, je suis arrivé à imiter convenablement la pectorale, en position de nage filée, de la façon suivante : J'ai planté dans la carène, perpendiculairement au plan de symétrie, une tigelle d'acier AB (fig. 4), sur laquelle j'ai enfilé, comme d'ordinaire, le bord roulé en tuyau d'une plaquette d'aluminium taillée en la forme échancrée que ces nageoires affectent. Le sommet C battant était retenu par deux caoutchoucs fixés par des fils aux vis D et E, pour leur assurer une tension plus ou moins grande.

valent ces formes au point de vue de la résistance à l'avancement et quel est leur rendement quand elles marchent stables aux diverses vitesses.

Je les ai étudiées avec le mécanisme que j'ai décrit dans mon premier article et, traitant les données de la même façon, j'ai obtenu pour le type Carpe et pour le type Daurade les deux courbes ci-jointes (fig. 5), qui expriment en abscisses les puissances du mécanisme moteur et en ordonnées les pourcentages de la puissance perdue par la résistance du poisson traîné dans l'eau[1]. Pour avoir des termes de comparaison, j'ai reproduit sur le même graphique les courbes des deux formes courtes précédemment étudiées : la meilleure, celle du poisson type (VI_α), la plus mauvaise, celle de la veine inversée à bords souples (II_α). Il faut observer que l'échelle horizontale est réduite de moitié sur celle du graphique de mon article précédent.

La courbe fournie par la forme Carpe n'a rien que de très attendu. Aux faibles vitesses, elle est approximativement aussi bonne que celle du meilleur poisson, mais elle perd rapidement sur celle-ci dès que la vitesse augmente; c'est une condition qui concorde bien avec l'éthologie de ces poissons, que tout le monde a vus nager avec leur ordinaire lenteur.

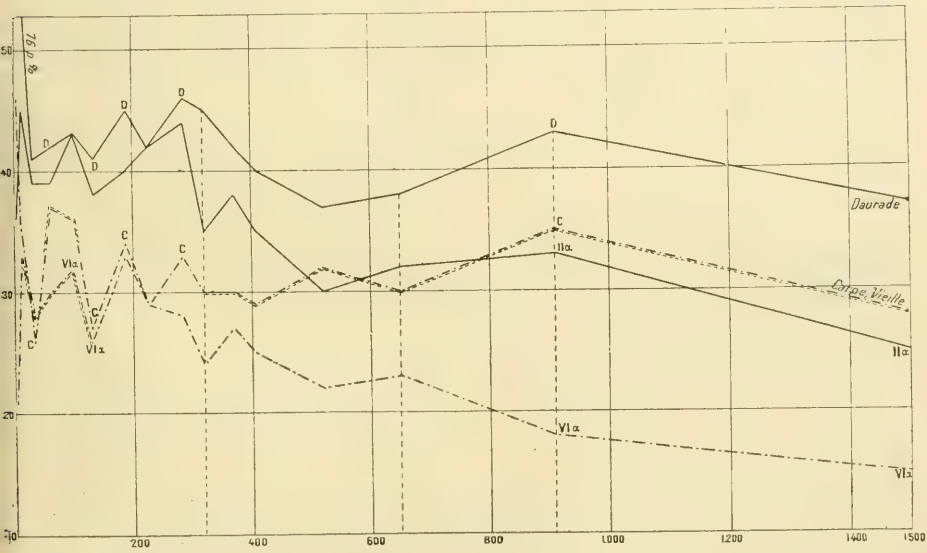


Fig. 5. — *Courbes donnant les pourcentages de la puissance perdue par la resistance du poisson traîné dans l'eau (en ordonnées) en fonction de la puissance du mécanisme moteur (en abscisses).* — C, Carpe; D, Daurade ; II α, veine inversée à bords souples ; VI α, poisson-type. — Le trait double indique les régions où les nageoires abdominales doivent être tendues.

II. — Résultats des mesures et des observations.

§ 1. — La vitesse des poissons comprimés.

J'ai éprouvé, pour stabiliser pendant la marche les deux sortes de poissons comprimés, des difficultés extrêmement grandes, parce qu'il y avait, relativement à la tension des nageoires, un déterminisme très précis dont je n'avais pas la moindre idée et qu'il m'a fallu découvrir par des tâtonnements répétés.

Mais supposons résolue cette question, que je vais traiter un peu plus loin, et voyons ce que

[1] Voir le numéro du 30 juillet 1909.

Plus imprévue est la courbe de la Daurade, qui accuse un très mauvais rendement. Est-ce à dire que ces poissons sont nécessairement lents? Pas tout à fait, mais cela signifie que, pour fournir de la vitesse, ils doivent dépenser une grande puissance musculaire. Ont-ils à leur disposition une pareille puissance? Des études que je fais à ce sujet et que je publierai d'ici peu, je puis déjà extraire ce renseignement que les *Pagellus* ont, en effet, une grande puissance musculaire; mais, à poids égal, elle est inférieure à celle de divers autres poissons, notamment de la Truite. Ces poissons, certainement, ne sont donc pas parmi les plus rapides et la vitesse leur coûte. Pourquoi d'ordinaire est-on porté à les considérer comme d'excellents nageurs? C'est, je pense, en raison de la forme effilée de leurs nageoires, qui fait songer aux ailes d'hirondelle et évoque des images de rapidité. Mais, comme je vais le montrer plus loin, le contour effilé des nageoires ne se produit nullement comme une condition de vitesse, mais comme une condition de stabilité.

Si cette forme très comprimée n'a été déterminée ni par la vitesse, ni par la facilité de stabilisation, à quel déterminisme physique peut-elle bien répondre? C'est un problème nouveau, survenu au cours de cette étude, qui se complique à mesure qu'elle s'étend. J'ai, relativement à sa solution, quelques idées, mais je préfère ne les exprimer qu'après leur avoir fait subir l'épreuve expérimentale.

§ 2. — La stabilité des poissons comprimés.

En plaçant des nageoires vibrantes sur mes premiers modèles de poissons et sur les cônes, j'avais donné aux caoutchoucs qui les rattachaient à la carène une certaine tension moyenne qui, par sentiment, m'avait paru convenable. Depuis, je l'ai mesurée; elle équivalait à une traction de 40 grammes. J'avais tout de suite obtenu un très bon résultat, sauf à de certaines vitesses bien déterminées que j'avais appelées vitesses de stabilité précaire. La notation que j'en avais faite sur mon graphique montrait qu'il s'agissait d'un état exceptionnel et que presque en toutes circonstances mon dispositif stabilisait absolument.

Avec les poissons comprimés, ce fut tout autre chose. En les posant dans l'eau et en les laissant immobiles, ils flottaient parfaitement droits. Mais, dès qu'on leur imprimait un mouvement, ils se couchaient sur le côté et traînaient à la surface. Que si, par hasard, on arrivait à les faire marcher droit à une certaine vitesse, tout était à recommencer en changeant le poids moteur. Il fallut étudier méthodiquement la chose, et bientôt je reconnus que la tension des caoutchoucs attachant les nageoires était en question, mais comment?

D'abord, au lieu de fixer d'une façon permanente les caoutchoucs à la carène, je terminai ceux des pectorales et des abdominales par un fil attaché à une vis perforée à cet effet et, en tournant cette vis dans un sens ou dans l'autre, je tendais ou détendais avec facilité chaque caoutchouc. Cela me permit de multiplier les essais et de parvenir à régler convenablement les nageoires.

Parlons en premier lieu des pectorales. Dans le type Carpe, il n'y en a pas sur mon modèle, pour les raisons que j'ai exposées plus haut : c'est très simple. Dans le type Daurade, il fallait avoir soin que les deux caoutchoucs attachés à la pectorale fussent également tendus quand la nageoire était horizontale, sans quoi le poisson montait ou descendait. Mais cette tension pouvait varier dans d'assez grandes limites, sans autre inconvénient qu'une perte de vitesse si elle était trop forte. L'optimum était donc de la tendre assez, sans trop, pour une vitesse moyenne, et elle pouvait rester ainsi pour toute la série des mesures.

Tout autrement en était-il des abdominales, dont la tension devait varier avec la vitesse. D'abord, je remarquai *qu'à une vitesse donnée*, la pectorale étant réglée, si les abdominales étaient trop lâches, le poisson tombait sur le côté et marchait à la surface; convenablement tendues, il filait parfaitement droit au niveau du fil qui le tirait; un peu trop tendues, le poisson marchait la tête inclinée en bas et la queue relevée, mais sans enfoncer; beaucoup trop tendues, il remontait à la surface et marchait sur le flanc.

La Carpe, dont les pectorales ne jouent pas pendant la nage filée, était plus sensible que la Daurade, mais les résultats étaient les mêmes. En fait, il n'y avait que deux tensions à donner : tantôt les abdominales devaient être lâches, c'est-à-dire avec une tension nulle au repos, et le caoutchouc n'agissait que faiblement quand le battement de la nageoire l'y sollicitait; tantôt les abdominales devaient être tendues au repos par une force équivalente à 20 grammes.

Le tableau suivant indique le rythme, en rapport vraisemblable avec les actions tourbillonnaires de l'eau, suivant lequel les abdominales devaient être tendues et détendues; je l'indique pour la Carpe, où il est le plus précis; celui de la Daurade suit à peu près :

VITESSES A LA SECONDE	ABDOMINALES
4 à 6 mètres	tendues.
3 à 4 mètres	lâches.
$1^m,9$ à $2^m,9$	tendues.
$0^m,8$ à $1^m,15$	lâches.

Entre la tension nulle et la tension forte, il y a une différence de 20 grammes, qui est tout à fait

dans les limites de ce qu'un poisson de cette taille peut faire par les contractions des muscles de ses nageoires.

§ 3. — Stabilité précaire des poissons ronds et tension des nageoires.

L'étude des poissons comprimés m'ayant obligé, sous peine de n'aboutir à rien, à préciser le rôle de la tension des nageoires dans la stabilité, j'en vins à penser que ce rôle, moins accentué chez les poissons arrondis, m'avait échappé dans l'étude que j'en avais faite et que, si je l'avais connu, j'eusse pu supprimer facilement les cas exceptionnels de stabilité précaire.

Je repris alors les modèles qui m'avaient montré ce phénomène, à savoir le poisson (forme petite et longue, VI_α, VI_γ), le cône (forme moyenne et longue, IV_β, IV_γ). Je supprimai aux nageoires pectorales et abdominales la fixation permanente des caoutchoucs à la carène et rattachai chacun d'eux à un fil enroulé sur une vis, grâce à laquelle je pouvais à volonté augmenter ou diminuer la tension. Aux points où primitivement les caoutchoucs étaient fixés en permanence, je plaçai de petits ponts métalliques, d'abord pour avoir un repère qui indiquât la tension initiale, ensuite pour que le passage du fil ou du caoutchouc sous ce pont maintînt la même direction de traction.

La forme courte de poisson, VI_α, était instable pour des poids moteurs compris entre 100 et 400 grammes et pour des vitesses variant de $1^m,20$ à $2^m,70$ à la seconde. J'essayai d'abord de stabiliser pour l'état moyen de cet intervalle, c'est-à-dire pour un poids moteur de 250 grammes et une vitesse de 2 mètres à la seconde; j'y parvins en allongeant de 2 millimètres les caoutchoucs des pectorales et des abdominales, ce qui revenait à ajouter un supplément de 10 grammes aux 40 grammes de traction initiale. C'était très admissible.

Pour les vitesses comprises entre $1^m,20$ et 2 mètres à la seconde et celles comprises entre 2 mètres et $2^m,70$ à la seconde, je voulus voir s'il y avait lieu de réduire ou d'augmenter ce supplément de 10 grammes; je ne réussis pas la stabilisation. Elle était parfaite, au contraire, en laissant la même traction de 50 grammes pour toute la région de stabilité précaire.

Pour cette forme encore, il n'y a que deux tractions possibles : 40 ou 50 grammes, sans état intermédiaire, ainsi que je l'avais déjà vu pour les abdominales des poissons comprimés.

Il n'en fut pas de même pour le grand poisson VI_γ. Son instabilité avait lieu pour des vitesses comprises entre $1^m,50$ et $2^m,30$ à la seconde. L'intervalle se partagea en deux autres. Entre $1^m,50$ et $1^m,90$ à la seconde, je pus stabiliser avec une tension qui demeurait élastique, mais qui représentait une force supplémentaire de 110 grammes ajoutée à la tension initiale de 40 grammes. C'est peu admissible comme contraction naturelle. En outre, pour des vitesses de $1^m,90$ à $2^m,30$ à la seconde, j'étais obligé de remplacer les caoutchoucs aux pectorales et aux abdominales par des fils rigides tendus raides, ce qui représentait une impossibilité musculaire.

Donc le poisson court se stabilise facilement par des procédés comparables aux contractions musculaires; le poisson long se stabilise par des procédés impossibles à comparer aux contractions musculaires, mais enfin il se stabilise.

Au contraire, j'ai absolument échoué dans tous

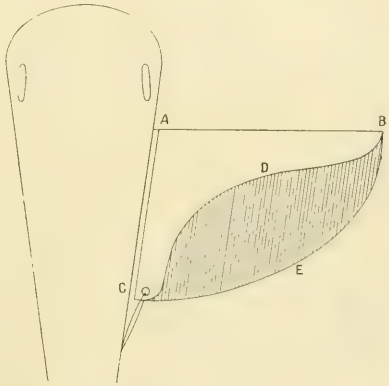


Fig. 6. — *Nageoire arrondie et nageoire effilée.*

mes essais sur les cônes. Ni la tension relâchée, ni la tension accrue, ni la substitution des fils raides aux caoutchoucs n'ont donné aucun résultat; il y a des vitesses pour lesquelles les cônes de forme moyenne et longue ne sont pas stabilisables par ces procédés. Y aurait-il à chercher d'autres combinaisons? Je ne le nie pas; mais c'est un problème que je livre aux géomètres, et dont je n'entrevois même pas la solution.

§ 4. — Nageoires arrondies et nageoires effilées.

Je pris facilement parti de mon échec relatif à la stabilisation des cônes; mais je ne pus admettre l'insuccès partiel relatif à la forme allongée de poisson, puisque enfin elle existe dans la Nature.

Je remarquai alors que les grands volets arrondis par lesquels étaient, à dessein, représentées mes nageoires pectorales et abdominales, afin qu'elles fussent homologues et directement comparables à celles de la forme courte, étaient difficiles à raidir. Bien que tendues suivant AB et AC (fig. 6), la région

ombrée BDCE continuait à vibrer par le fait de son élasticité propre de lame métallique.

D'un coup de ciseau, je supprimai cette zone et je réduisis la nageoire pectorale à sa région ABDC; elle prit alors l'allure naturelle que présentent les *ailerons* des grands Squales. Je la remis, ainsi modifiée, sur la carène du poisson allongé sans rien changer aux abdominales.

La stabilisation fut parfaite, *avec la tension initiale* de 40 grammes; la vitesse ne fut pas changée et resta remarquablement identique à ce qu'elle était :

POIDS MOTEURS	TEMPS AVEC NAGEOIRES arrondies	TEMPS AVEC NAGEOIRES effilées
200 grammes	10",7	10",7
300 grammes	8",4	8",3
400 grammes	7",2	7",2

De la sorte, j'appris que les nageoires effilées sont une condition de stabilité et non de vitesse, puisque aussi bien et en outre, à des vitesses supérieures, la nageoire arrondie fait très bon effet.

III. — Conclusions.

1° La meilleure forme *stable*, de résistance minima et de meilleur rendement, demeure la forme courte de poisson obtenue à l'aide des tailles inversées sur un cône de révolution ;

2° Toutes les formes de poissons se stabilisent à l'aide des nageoires. Sur les formes courtes, la stabilisation totale, quelle que soit la vitesse, peut toujours être obtenue par de légères tensions ou de faibles relâchements des nageoires paires. Sur les formes allongées, certaines vitesses exigent l'effilement des nageoires pectorales. Tous procédés simples et réalisés naturellement ;

3° La forme conique, à moins qu'elle ne soit courte, ne peut être stabilisée, à certaines vitesses, par aucun procédé comparable aux procédés simples de la Nature.

Frédéric Houssay,
Professeur de Zoologie à la Sorbonne

OXYDASES ET DIASTASES

On a coutume aujourd'hui d'attribuer à des « diastases respiratoires » le rôle physiologique éminent de présider, au sein de nos tissus, à l'oxydation des substances peu oxydables, destinée à libérer la chaleur et l'énergie nécessaires à l'organisme. L'incorporation des « oxydases » au groupe des diastases est due, pour une bonne part, à Duclaux, qui, dans une magistrale synthèse des actions diastasiques[1], assimila les oxydases aux diastases classiques (diastases digestives, etc.).

Cette conception séduisante nous satisfaisait pleinement lorsque nous entreprîmes, il y a plusieurs années, à l'Institut Solvay, les recherches sur l'oxydation organique que nous y poursuivons depuis lors. A mesure qu'elles avançaient, nous avons été amené à la rejeter, morceau par morceau, et nous croyons devoir la combattre aujourd'hui. C'est qu'ayant voulu retrouver dans les tissus l'« *oxydase animale* que prétendaient y découvrir les travaux de Jaquet et de ses successeurs, nous l'avons vue se dérober à toutes nos recherches; c'est qu'ayant cherché ensuite dans les sucs végétaux la « mieux caractérisée » des *oxydases végétales*, — la laccase de Bertrand, — nous l'avons vue se résoudre entre nos mains en un complexe catalytique dépourvu de caractère enzymatique; c'est qu'enfin nous avons pu reproduire synthétiquement, à partir d'éléments non vivants, cette *laccase* prétendue typique. Cette synthèse fut aidée par la découverte d'un facteur catalytique nouveau, que nous avons appelé « couplage catalytique » et que nous voudrions signaler ici parce qu'il est de nature à éclairer non seulement le mécanisme d'action des « oxydases », mais peut-être aussi la constitution des diastases en général.

Dans la présente étude, nous voudrions exposer brièvement le résumé de nos résultats expérimentaux et les idées théoriques qu'ils suscitent, en remontant des oxydases en général et de la laccase en particulier au problème de l'action diastasique considéré dans son ensemble.

Notre exposé comportera donc trois parties : dans la première, nous définirons « l'oxydase » et nous examinerons l'état actuel de nos connaissances relatives aux diastases oxydantes; nous pourrons aborder ainsi avec plus de précision le problème du mécanisme de l'action particulière de la laccase, qui fera l'objet de la deuxième partie. Dans une troisième partie, nous étendrons nos critiques aux diastases en général, et nous nous efforcerons de jeter quelque lumière sur leur constitution essentielle.

I. — Les Oxydases.

§ 1. — Définition et rôle physiologique des oxydases.

« La nutrition, quelle que soit sa complexité, s'accompagne toujours de la combustion de certaines

[1] E. Duclaux : *Traité de Microbiologie*, Paris, 1899.

substances *qui sont stables à la température* ordinaire et qui *pourtant sont détruites par la cellule vivante*. Cette combustion est-elle le résultat de ce qu'on appelait autrefois l'action vitale, c'est-à-dire d'un ensemble de forces organiques ou inorganiques que seule la vie pouvait discipliner et faire concourir à un but? Ou bien est-elle réductible à une force unique, *capable de fonctionner en dehors* de la cellule et de l'organisme? Il y a quelques années, la science était vitaliste et aurait répondu oui à la première question. Aujourd'hui, elle *a dû changer d'avis*. Elle répond non à la première question et oui à la seconde, depuis qu'elle sait faire *respirer* de l'hydroquinone et de l'acide pyrogallique[1]. »

Ainsi s'exprime Duclaux dans son Traité.

Le rôle de l'oxydase est ici nettement tracé : présider dans les tissus à la combustion des matières *peu oxydables* introduites dans l'organisme pour son entretien : sucres, matières grasses et albuminoïdes, *qui, à la température ordinaire et conservés aseptiquement, ne s'oxydent pas à l'air*. De plus, l'agent d'oxydation doit être « capable de présider à la combustion, sans y prendre part lui-même, de sorte que, théoriquement, la *quantité de matières qu'il peut comburer* est *hors de proportion avec son poids* et surtout avec ce qu'il contient d'oxygène ». « C'est un agent de transport de l'oxygène emprunté à une source quelconque. » (Duclaux.)

Par le désaccord stœchiométrique entre sa masse et celle de la matière oxydable, l'oxydase s'apparente donc aux catalyseurs minéraux. Duclaux dira même : « Un sel de fer ou de manganèse qui se désoxyde au contact de la matière organique et qui se réoxyde au contact de l'air est une oxydase. » Mais il ajoute : « Il y a donc des actions chimiques qui produisent le même effet que la diastase, mais ici encore la diastase se montre plus active que les forces de la Chimie minérale. » Ce qui revient à dire : le sel de fer agit comme une oxydase, mais ce n'est pas une diastase; le sel de fer n'est donc pas une oxydase. Ce qui lui manque pour cela, c'est le critérium véritable de la nature diastasique, à savoir « la labilité », cette fragilité qui rend les diastases destructibles par la chaleur comme la matière vivante, et qui leur vient, suivant l'avis général, de leur continu protéique. M. G. Bertrand dira par exemple : « La diastase apparaît comme une substance intermédiaire, un véritable terme de passage entre la matière brute et l'être vivant. Elle tient d'un côté à la matière brute, puisqu'on peut la précipiter, la dessécher, la réduire en poudre et la conserver en cet état pendant des années. Elle tient de l'autre à l'être vivant, d'où elle provient, par sa manière d'agir et par sa fragilité[1]. »

On peut donc définir l'oxydase : *une diastase, destructible par la chaleur, capable, en masse faible, de provoquer l'oxydation rapide d'une quantité notable de substance stable et inoxydable à l'air, dans les conditions ordinaires.*

§ 2. — Oxydases connues aujourd'hui.

Si l'on fait abstraction des innombrables substances soi disant découvertes au sein des organes végétaux ou animaux, et cataloguées sous le nom d'oxydases sur la foi d'une simple réaction qualitative, le classement des oxydases devient facile et la liste en est courte.

1. *Oxydases d'origine animale.* — Du côté des tissus animaux, l'on ne trouve guère que l'*aldéhydase* de Jaquet, dont les travaux de Salkowsky, Abelous, Biarnès et Medwedew, etc., parurent confirmer l'existence et que l'on considérait comme capable d'oxyder l'aldéhyde salicylique (et accessoirement l'alcool benzylique, mais ce réactif fut abandonné dans les dernières recherches). Nous avons consacré, Mlle J. Van Duuren et moi[2], à l'étude de l'aldéhydase, dont Duclaux et M. G. Bertrand proclamaient du reste l'existence insuffisamment prouvée, une recherche de longue haleine; les résultats furent nettement défavorables aux affirmations de Jaquet et de ses successeurs. L'existence, dans les extraits d'organes animaux, d'une diastase oxydant l'aldéhyde salicylique à l'état d'acide salicylique est *au moins* problématique; la lecture du compte rendu de nos expériences, dont nous ne pouvons dire ici que quelques mots, convaincra, pensons-nous, tous les savants. La technique en usage pour la séparation du substratum oxydable et de son produit d'oxydation (aldéhyde et acide salicyliques), dans les travaux de nos devanciers, était très imparfaite, et l'on a souvent récolté, par suite d'une séparation incomplète, sous le nom d'acide salicylique, l'aldéhyde correspondante dont les propriétés chimiques sont à beaucoup d'égards tout à fait analogues. En réalité, la *très faible oxydation* de l'aldéhyde relevée dans nos expériences *ne s'accomplit*, suivant la donnée de MM. Abelous et Aloy, *qu'à l'abri de l'air* et elle s'explique fort simplement par l'existence, en quantité limitée, d'une minime réserve oxydante dans l'extrait d'organe[3].

[1] Duclaux : *loc. cit.*, t. II, p. 566.

[1] G. Bertrand : Les ferments solubles ou diastases. *Revue scientifique* du 15 mai 1909, p. 611.

[2] *Travaux du laboratoire de l'Institut Solvay*, publiés par Paul Héger, tome VIII, et *Bulletin de la Classe des Sciences, Académie roy. de Belgique*, 1907, n° 5, p. 637-639.

[3] En moyenne, 100 grammes de foie de veau se montraient capables de produire *au maximum* 100 milligrammes d'acide salicylique, ce qui correspondait à une fixation de 11 milligrammes d'oxygène!

Deux arguments décisifs suffirent, du reste, pour démontrer l'inexistence de l'aldéhydase dans les organes qu'on en prétendait pourvus.

Dans nos expériences, l'oxyhémoglobine, présente en faible quantité dans l'extrait d'organe additionné de notable quantité d'aldéhyde salicylique et contenu dans un ballon évacué à la trompe, ne subissait aucune réduction, même en 24 heures. Que l'on se reporte à la définition de Duclaux : L'oxydase n'aurait-elle pas dû « transporter » l'oxygène labile de l'oxyhémoglobine sur la masse de l'aldéhyde oxydable?

Peu après la publication de notre Mémoire, M. Battelli et Mlle Stern[1], étudiant à Genève la respiration des bouillies d'organe, en présence de substances diverses, constataient, dans une expérience directe qui a fait l'objet d'une démonstration publique au Congrès international de Heidelberg, que de faibles quantités d'aldéhyde salicylique dépriment énergiquement la respiration cellulaire. Preuve évidente que l'aldéhyde salicylique ne peut fournir un substratum rationnel pour la recherche de l'oxydation physiologique.

2. *Oxydases d'origine végétale.* — Parmi les oxydases d'origine végétale aujourd'hui décrites et étudiées avec quelque soin, l'on n'en connait que deux qui aient été « préparées ». On les doit aux investigations de MM. Gabriel Bertrand et Bourquelot. Au premier rang, il faut placer la *laccase* de Bertrand; c'est d'elle, en effet, que l'on a, depuis quelques années déjà, la connaissance la plus étendue. La tyrosinase de Bertrand et Bourquelot ressemble à certains égards à la laccase ; comme elle, elle provoque des oxydations s'accompagnant de phénomènes de coloration caractéristiques et, comme elle, elle est paralysée par la présence de petites quantités d'acides ; d'autre part, elle n'agit pas sur les mêmes matières oxydables, et elle est beaucoup plus sensible à la température : un chauffage à 60° la détruit déjà. — On ne sait rien jusqu'à aujourd'hui sur l'agent minéral actif dans la tyrosinase ; tout le monde sait, au contraire, que le manganèse joue un rôle prépondérant dans la laccase, comme M. G. Bertrand l'a montré.

C'est à cause de son signalement précis que nous avons entrepris d'abord l'étude de la laccase; nous ne sommes pas à même aujourd'hui de corriger les données existantes sur la tyrosinase. Pourtant la parenté qui unit les deux « ferments » rend probable la transposition partielle de certains résultats obtenus par nous avec la laccase à l'oxydase voisine.

[1] Battelli et Stern : *C. R. de la Société de Biologie*, 23 février et 19 mars 1907.

Avant d'aborder l'étude particulière de la laccase, nous nous permettrons de faire une remarque générale sur la nature des réactifs employés pour l'étude des oxydases et sur la méthodique générale de ces diastases.

§ 3. — Réactifs employés pour la recherche des oxydases.

On peut distinguer aisément, entre les méthodes en usage pour l'étude des diastases classiques et celle des oxydases, une différence frappante. Tandis que l'activité des diastases digestives, par exemple, est étudiée *in vitro* par rapport à leur vrai substratum, la pepsine ou la trypsine étant mises en présence d'albumine, la ptyaline en présence d'amidon, la lipase en présence de graisses, etc..., *l'activité des diastases oxydantes n'a été étudiée jusqu'ici qu'en présence de substratums fictifs.* Du fait que l'amylase hydrolyse *in vitro* l'amidon, l'on peut tirer logiquement cette déduction que, mise en présence d'amidon, dans le végétal, l'amylase jouera le même rôle; mais nous ne pouvons conclure de l'oxydation de certains polyphénols, provoquée par la laccase au contact de l'air, *in vitro*, à l'existence d'une diastase respiratoire oxydant à l'abri de l'air, dans le végétal, les hydrates de carbone ou les matières protéiques, par exemple[1].

La preuve de l'illogisme d'une telle conclusion est, pour la laccase ou la tyrosinase, dans cette constatation simpliste qu'à l'état normal les sucs végétaux de champignons ou d'arbres à laque ou autres ne présentent pas l'apparence du noircissement (ou de la coloration) qui est le fait typique *in vitro*.

Nous montrerons, par le texte suivant d'une récente conférence, que l'illusion des inventeurs d'oxydases est bien complète. Le passage est emprunté à une conférence de M. Gabriel Bertrand, faite tout récemment devant l'*Association française pour l'Avancement des sciences*, le 16 février 1909[2] :

« Nous pouvons aller plus loin dans l'explication des phénomènes vitaux. Lorsque les produits de la digestion sont entraînés par le courant circulatoire dans les différentes parties du corps, ils servent pour une petite part à l'édification des tissus, pour une part beaucoup plus grande à la production de la chaleur et de l'énergie. Cette production a lieu par oxydation... *On a été réduit longtemps aux hypothèses pour expliquer comment les matières organiques, qui, exposées seules au contact de l'air, subsistent indéfiniment* sans altération, *sont*,

[1] Un bel exemple de la *nature fictive* du substratum est fourni, selon nous, par l'expérience de Battelli et Stern relative à l'influence déprimante de l'aldéhyde salicylique sur l'oxydation physiologique, expérience que nous avons rapportée.

[2] *Revue scientifique* du 15 mai 1909, p. 611.

au contraire, rapidement oxydées lorsqu'elles ont pénétré dans l'organisme. J'ai été assez heureux pour découvrir, il y a une quinzaine d'années, en étudiant le latex de l'arbre à laque, *la première diastase oxydante ou oxydase. Un peu plus tard, j'en ai trouvé encore une autre, de sorte qu'aujourd'hui on est tiré partiellement d'embarras et qu'on peut expliquer déjà un grand nombre de phénomènes d'oxydations* organiques à *l'aide de diastases.* Voici un échantillon de latex de l'arbre à laque... Le latex représente une solution naturell de diastase oxydante, au sein de laquelle se trouve divisée en fines gouttelettes une sorte d'huile épaisse appelée laccol. Quand on délaie le latex dans quatre ou cinq fois son volume d'alcool concentré, la diastase se précipite et l'huile entre en dissolution; on peut alors les séparer par filtration. La diastase oxydante de l'arbre à laque peut oxyder un grand nombre de composés organiques naturels ou artificiels. Il faut seulement, pour que l'oxydation ait lieu, que ces composés soient aptes à former ce que les chimistes appellent des quinones. Parmi ces composés, il en est, comme la résine de gaïac, l'hydroquinone, le pyrogallol et le gaïacol, qui se transforment ainsi en donnant des produits caractéristiques de coloration très intense... »

Le savant professeur parle alors des colorations produites au contact de l'air par la tyrosinase des champignons, démontre l'absorption d'oxygène accompagnant l'oxydation des polyphénols, rappelle l'intervention des oxydases « dans le brunissement de la pomme que l'on coupe, du marron d'Inde qu'on écrase, dans la coloration du cidre et du pain, dans la casse du vin, dans la production de l'encre de seiche », tous phénomènes qui, il faut l'avouer, sont d'un ordre biologique peu élevé, et il conclut : « J'espère que vous *êtes aussi convaincus à présent de l'existence* des diastases respiratoires que vous pouviez l'être tout à l'heure de celle des diastases digestives. »

Le paralogisme est évident; on conclut ici, de l'oxydation des polyphénols à l'air et d'autres phénomènes analogues, à « l'oxydation biologique des matières organiques qui, exposées seules au contact de l'air, restent indéfiniment sans altération ».

On oublie que les polyphénols ne font pas partie des substances réfractaires à l'oxydation, mais sont, au contraire, « autoxydables » dans des conditions que nous aurons à signaler. On est donc en droit de dire que la démonstration véritable de l'existence d'une oxydase remplissant la fonction que lui assigne la définition de Duclaux, lui-même, n'a pas été faite. Cela n'exclut pas évidemment la possibilité de la découverte future d'une oxydase réelle, agissant sur le sucre, les graisses ou les albuminoïdes que consomme la vie normale de l'organisme[1].

Mais, sans prétérition et sans préjuger de la nature diastasique de la laccase et de la tyrosinase, on peut conclure que la portée physiologique de leur découverte a été exagérée; le sens critique de Duclaux fut ici pris au piège de son enthousiasme.

II. — La Laccase.

Etudions maintenant de plus près cette « première diastase oxydante » et rappelons-en d'abord sommairement les propriétés, qui sont déjà esquissées dans notre citation de la conférence de M. Bertrand.

§ 1. — Composition et propriétés de la laccase, suivant M. G. Bertrand.

Le produit de la précipitation alcoolique connu sous le nom de laccase contient une très faible proportion de gomme (arabane), un peu d'azote organique et laisse une cendre riche en manganèse à la calcination.

Il peut provoquer à l'air l'oxydation : 1° de la résine de gaïac; 2° de l'hydroquinone, du pyrogallol et autres polyphénols (ortho et para); 3° du gaïacol.

La laccase est détruite par un chauffage dans l'eau à l'ébullition.

Son activité est considérablement diminuée par de petites quantités d'acide.

Telles sont ses propriétés typiques.

Suivant M. G. Bertrand[2], la laccase serait composée, comme les diastases en général, de deux éléments complémentaires : 1° la *complémentaire active*, qui serait un sel de manganèse; 2° la *complémentaire activante*, qui est sans doute une matière analogue à l'albumine d'œuf. M. Bertrand s'est montré dans ces dernières années très réservé à cet égard; il incline vers l'hypothèse d'un radical protéique assistant le manganèse dans l'oxydation, parce que cette hypothèse est conforme à la constitution des diastases généralement admise, et aussi parce que, comme nous l'avons rappelé, l'analyse révèle dans la laccase un peu d'azote organique[3]. Ce radical aurait en tout cas, suivant ce

[1] A l'égard de la combustion organique de ces aliments, qui par eux-mêmes sont réfractaires à l'oxygène, on peut, du reste, faire remarquer que l'on ne sait pas positivement, à l'heure actuelle, sous quelle forme ils sont brûlés; il est peu vraisemblable qu'ils soient brûlés sous leur forme ordinaire, après les transformations digestives.

[2] Nous nous rapportons ici à la conférence, toute récente, de ce savant, citée précédemment.

[3] Remarquons que, si l'analyse n'avait point donné ce résultat à l'époque de la découverte de M. Bertrand, l'admission de la laccase au rang des diastases n'aurait point été possible, car les diastases classiques ont toutes un contenu protéique.

savant, le caractère d'un acide très faible, car M. Bertrand a trouvé que les *sels manganeux d'acides organiques faibles paraissent jouir d'une activité d'autant plus grande vis-à-vis des polyphénols que moindre est la force de l'acide combiné au manganèse.*

Cette faculté oxydante des sels manganeux très hydrolysables, vis-à-vis de l'hydroquinone, du pyrogallol et du gaïac, est la base du concept schématique de la laccase dû à M. Bertrand, qui l'a étendue, sans vérification préalable, et à tort, à l'oxydation du gaïacol, qui est indifférent aux sels manganeux.

N'ayant en rien prouvé que la matière azotée de la laccase joue un rôle dans ses facultés oxydantes, il n'a apporté d'autre argument favorable à la nature diastasique de la laccase que sa destructibilité par la chaleur.

§ 2. — Nature des réactifs chimiques de la laccase.

La stabilité à l'air des polyphénols oxydables par la laccase est, en réalité, dépendante de la réaction du milieu. La sensibilité aux acides, dont on a voulu faire l'apanage de la diastase, est aussi bien celui des polyphénols, qu'une faible acidité rend réfractaires à l'oxygène. Mis en présence d'alcali, le polyphénol devient *autoxydable*, comme l'a montré M. Manchot et comme on le sait par l'étude des développateurs photographiques de la série aromatique. Qui ne sait que l'hydroquinone ou le pyrogallol s'oxyde, en se colorant, dans l'eau pure au contact de l'air, mais bien plus vite sous l'influence d'une alcalinité faible?

Or, nous avons observé que les *sels manganeux d'acides faibles n'agissent qu'imperceptiblement sur les polyphénols si on les débarrasse des impuretés* alcalines qu'ils contiennent le plus souvent ou si on les neutralise. La hiérarchie oxydante des sels manganeux, esquissée par M. Bertrand, n'était qu'apparente et due à l'influence croissante des impuretés des sels dits purissimmes avec la force décroissante des acides générateurs des sels.

La question se posait donc de savoir quel rôle l'alcalinité pouvait jouer dans la laccase.

§ 3. — L'alcalinité de la laccase. Le « couple catalytique » de la laccase.

La laccase n'est pas neutre, quoique très faiblement alcaline, et sa « sensibilité aux acides » n'a rien de mystérieux. Il suffit, pour la comprendre, de rechercher comment se comportent, en présence des polyphénols, un sel manganeux et un alcali, pris isolément d'abord, puis réunis.

Soit a l'intensité de l'oxydation provoquée par une quantité x d'alcali dans une solution d'hydroquinone; la quinhydrone reste absente.

Soit b l'intensité de l'oxydation provoquée par une quantité y de sel manganeux dans une solution semblable d'hydroquinone; la quinhydrone ne se forme pas.

Soit c l'intensité de l'oxydation provoquée par x d'alcali et y de sel manganeux réunis. La quinhydrone apparaît bien vite en cristaux abondants, comme *si de la laccase était présente.* c n'est pas égal à la somme $x + y$; on a :

$$c = (x + y)n :$$

n, « pouvoir multiplicateur », atteint et dépasse dans certaines expériences le chiffre 4, mais est souvent compris entre 2 et 3[1].

Voilà un mécanisme nouveau, pensons-nous, d'association catalytique, où deux catalyseurs, agissant ensemble, multiplient au lieu d'additionner leurs effets respectifs. Il nous paraît digne d'attirer l'attention de quiconque veut envisager le mécanisme des actions diastasiques. Nous l'appelons *couplage catalytique*, par comparaison avec le couplage des forces qui a lieu si deux composantes tirant un barreau dans le même sens s'appliquent en sens contraire à ses extrémités pour le faire tourner autour d'un point; la rotation est alors plus rapide que le déplacement. On peut imaginer que quelque chose d'analogue s'accomplisse au point de vue moléculaire dans l'application des facteurs oxydants. Par ce mode de couplage, il peut donc se faire que la vitesse d'une réaction à peine mesurable devienne appréciable, comme dans le cas des polyphénols et du gaïac, dont l'oxydation rapide et caractéristique résulte de l'association catalytique des molécules manganeuses et des ions hydroxyliques provenant soit de l'alcali libre, soit de sels hydrolysés[2]. Ajoutons encore que c'est aux doses très faibles que l'effet catalytique du couple se montre puissant. Si, dans la laccase, *un peu* d'alcali s'associe pour l'oxydation au manganèse, la « sensibilité aux acides » de la laccase devient fort explicable.

§ 4. — Synthèse artificielle de laccase typique.

En traitant par voie de précipitation alcoolique — à l'image d'une préparation de diastase vraie — une solution aqueuse de gomme arabique, contenant un peu de sel manganeux et d'alcali (alcali libre ou, mieux, sel hydrolysé à réaction alcaline tel que sel de Seignette), nous avons obtenu des

[1] Ce phénomène a été démontré par nous, qualitativement et quantitativement, devant la Société chimique de Belgique.

[2] La résine du gaïac et les polyphénols sont donc plutôt, par leur sensibilité à l'alcali libre ou associé et les colorations typiques résultant de l'oxydation, des réactifs permettant la recherche de l'alcalinité que celle des oxydases proprement dites.

produits ayant toute l'activité de la laccase de l'arbre à laque, vis-à-vis du gaïac, de l'hydroquinone et du pyrogallol. Si l'on veut obtenir aussi la réaction du gaïacol, il faut encore ajouter au liquide, avant la précipitation, une trace de sel ferrique, car c'est un autre couple catalytique de fer et d'alcali qui paraît provoquer l'activité de la laccase vis-à-vis du gaïacol, le manganèse n'y ayant aucune part.

En s'en tenant à nos expériences, on est donc amené à admettre que les « complémentaires » de la laccase sont, avant tout, les molécules manganeuses et les ions hydroxyliques. Nous serions embarrassés de déclarer quel est l'élément « actif » et l'élément « activant ». Mais nous avons observé qu'au moins dans certaines conditions de concentration l'ion hydroxylique joue d'habitude le rôle prépondérant et qu'un ion peut équivaloir, quant à l'effet oxydant, à plusieurs molécules manganeuses.

On pourrait dire, il est vrai, sans rejeter nos résultats expérimentaux, qu'ils n'excluent pas la possibilité de facteurs oxydants supplémentaires, actifs dans la laccase, et certes ce que l'on sait, en Chimie colloïdale, de « l'adsorption » et de la « floculation » des colloïdes fait apparaître un précipité formé par l'alcool, dans un milieu complexe, colloïdal et salin, tel qu'un suc végétal, comme un complexe très ramifié où tous les éléments présents dans le milieu précipité se réunissent en proportions variables dans le coagulum. Si donc un précipité comme la laccase est, par essence, une « figure composite » du milieu chimique, la laccase de Bertrand doit être plus compliquée que la laccase artificielle et l'on ne peut nier *a priori* que, parmi les éléments associés fortuitement dans le précipité de laccase authentique, aucun n'intervient de quelque manière pour activer l'oxydation des polyphénols; mais aucune preuve non plus, ni même aucun indice sérieux, n'indique que cette intervention supplémentaire à celle de notre couple catalytique soit importante, *puisqu'une trace d'acide suffit à paralyser la laccase.*

Mais il restait à expliquer l'origine de la « labilité » de la laccase de l'arbre à laque, labilité qui ne se manifesta pas dans nos premières préparations de laccases artificielles.

§ 5. — Préparation de laccase synthétique sensible à la chaleur.

Pour faire apparaître la sensibilité au chauffage, il nous a suffi d'ajouter au liquide de précipitation un peu d'albumine d'œuf fraîche ou précipitée, puis dialysée pour la débarrasser de ses sels. Cette addition ne modifiait aucunement l'activité oxydante du précipité, mais les laccases azotées ainsi produites étaient paralysées par un chauffage à l'ébullition. Ceci s'explique aisément. En présence d'eau à l'ébullition et d'ions hydroxyliques, les matières protéiques perdent aisément un peu d'azote ammoniacal et donnent des acides amidés, d'où une faible diminution d'alcalinité, retentissant sur l'énergie oxydante de la laccase à la manière d'une faible addition d'acide. L'alcalinité de la laccase authentique étant très minime et à la limite de sensibilité des meilleurs indicateurs, on conçoit qu'une faible émission d'ions d'hydrogène par le colloïde chauffé suffit à « inactiver l'oxydase ».

Existe-t-il encore un argument solide pour démontrer que la laccase de l'arbre à laque ne résulte pas d'une association fortuite des éléments du latex par les colloïdes de ce dernier lors de la précipitation alcoolique, et que la « laccase » authentique est moins artificielle que nos « laccases » synthétiques?

Le problème de l'oxydation organique n'a donc pas été résolu par la découverte de la prétendue diastase du latex. Mais ce restera un mérite réel de M. Gabriel Bertrand d'avoir appelé l'attention sur le rôle du contenu minéral des « oxydases » ou des produits ainsi dénommés, car il a posé ainsi le premier jalon conduisant à l'explication de leur mécanisme.

§ 6. — La tyrosinase.

Quant à la tyrosinase, sensible elle aussi aux acides, il est possible que son activité résulte d'une association catalytique entre l'alcali et quelque autre élément inconnu et qu'elle soit à la laccase dans le rapport où la réaction du gaïacol est à celle du gaïac; je veux dire par là qu'à côté de l'alcali qui leur est commun, laccase et tyrosinase contiennent un complément différent.

III. — Le concept général de la diastase.

§ 1. — Le couplage catalytique et les diastases.

Nous voudrions diriger, pour terminer, quelques inductions vers la notion générale de la diastase. L'idée du « couplage catalytique nous paraît présenter un intérêt évident pour l'interprétation des actions diastasiques; le phénomène du couplage des éléments catalyseurs doit être général. Notre estimé collègue Henri Van Laer l'a retrouvé, il y a peu de temps, dans la décomposition de l'eau oxygénée par la catalase du malt; là aussi, il s'agit d'une association catalytique entre l'ion hydroxylique et un autre élément. Ainsi, pour des corps sensibles à l'alcali, les polyphénols et le peroxyde d'hydrogène, les actions oxydante et décomposante de la laccase et de la catalase se ramènent à une amplification de l'effet catalytique de l'alcalinité par voie de couplage.

Or, si l'on envisage la stabilité des substances nutritives fondamentales telles que : hydrates de carbone, graisses ou albumines, vis-à-vis desquelles doit s'exercer l'activité des diastases classiques, on voit d'abord qu'elles sont toutes sensibles à l'ion $\overset{+}{H}$, c'est-à-dire à l'acidité ou à l'alcalinité, c'est-à-dire aux ions hydroxyliques. Ensuite, on constate que telles diastases agissant sur un substratum sensible aux acides voient leur activité s'abaisser notablement sous l'influence de doses minimes d'alcali, et que telles autres diastases voient leur action sur un substratum sensible à l'alcali décroître notablement par addition d'une trace d'acide, précisément à la manière de la prétendue « laccase ». Le premier cas se réalise, par exemple, pour la sucrase, l'amylase, certaines lipases ou la pepsine, le second pour la trypsine ou certaines lipases, par exemple.

En tout cas, la sensibilité des diastases à l'ion hydrogène ou à l'ion hydroxylique est générale et l'on doit en déduire, selon nous, *qu'au moins une partie de l'activité diastasique provient tantôt d'une faible alcalinité, tantôt d'une faible acidité existant dans le produit diastasique.* Et il est logique de supposer que le mode d'association catalytique constaté entre l'ion OH et les molécules manganeuses peut se réaliser aussi entre l'ion $\overset{+}{H}$ et un ou *plusieurs* éléments. Car si nous n'avons surpris qu'un premier terme d'association catalytique, rien n'empêche de prévoir que la catalyse complexe puisse survenir entre *plusieurs* catalyseurs avec le même effet de couplage et d'amplification mutuelle.

Pour donner plus de poids à notre hypothèse, nous montrerons par un exemple comment on néglige, dans l'estimation du pouvoir diastasique, l'existence possible de cet effet amplificateur. Le cas de la sucrase, qui a été bien étudiée par M. Fernbach, est typique à cet égard. Elle est toujours faiblement acide et de minimes doses d'alcali la paralysent. Voici comment ce savant mesure « l'actitivité de l'enzyme[1] » :

TABLEAU I. — *Expériences de M. Fernbach sur l'activité de la sucrase.*

DOSE D'ACIDE par litre	SUCRE interverti par l'acide et la diastase	SUCRE interverti par l'acide	DIFFÉRENCE ou sucre interverti par la diastase
H^2SO^4 0,05 . . .	31,3	0,7	30,6
$C^2H^2O^4$ 0,066 . .	30	0	30
Acide tartrique. 1.	40	8,6	31,4
Acide lactique . 2	34,2	3,6	30,6

Nos expériences sur la laccase permettent de dire que cette méthode *par différence* est vraisemblablement inexacte et qu'il peut y avoir couplage entre $\overset{+}{H}$ de l'acide et un élément de la sucrase dont l'action propre serait indécelable, prise isolément.

Si nous raisonnions, en effet, une expérience d'oxydation de l'hydroquinone par OH et Mn associés, telle que celle du tableau II, sans tenir compte de l'effet de couplage, les chiffres de la quatrième colonne représenteraient l'*action d'un élément inconnu*, alors qu'ils représentent seulement l'amplification d'effet catalytique par couplage des facteurs !

TABLEAU II. — *Expériences sur l'oxydation de l'hydroquinone.*

OXYGÈNE absorbé par x OH	OXYGÈNE absorbé par y Mn	OXYGÈNE absorbé par x OH + y Mn	DIFFÉRENCE
1,87	1,35	11,15	7,93
1,7	1,8	11,1	10,6

Et, en donnant à cet « élément inconnu » une nature protéique, on en ferait une diastase !

§ 2. — **Le contenu protéique des diastases.**

On n'a jamais démontré, par une expérience directe, le rôle catalytique de l'élément protéique des diastases.

Au point de vue logique, au surplus, il y a quelque contradiction entre la constitution protéique des diastases et leur fonction ; il existe, on le sait, une opposition frappante entre la vitesse moyenne des réactions entre corps minéraux dissous et celle des réactions des corps organiques ; plus les molécules deviennent compliquées et ramifiées, plus leur évolution rationnelle s'alourdit ; et le rôle principal des diastases consiste précisément dans l'accélération des transformations que doivent subir les molécules volumineuses.

La théorie des ions est venue éclairer le contraste ; elle a fait comprendre que des débris moléculaires légers, les ions porteurs de charges électriques motrices, doivent être les agents les plus rapides des réactions ; l'expérience a montré, au surplus que, parmi ces ions, ceux d'hydrogène et d'hydroxyle sont doués d'une très grande célérité[1]. N'y a-t-il pas quelque illogisme à supposer que les agents accélérateurs de l'enzyme, chargés de con-

[1] FERNBACH : Recherches sur la sucrase, diastase inversive du sucre de canne. Paris, Thèse, 1890.

[1] Ce n'est évidemment pas le fait du hasard que, *dans l'eau*, les ions *de l'eau* $\overset{+}{H}$ et $\overset{-}{OH}$ soient à la fois les plus « mobiles » et les plus actifs dans les transformations où interviennent des molécules d'eau : inversion, hydrolyse, etc. Ces faits d'expérience expriment sans nul doute une relation physique fondamentale, susceptible d'hypothèses explicatives.

voyer la réaction des grosses molécules, soient précisément des matières protéiques, affectées elles-mêmes d'un volumineux bagage moléculaire?

Je sais que M. Jean Perrin, dans son beau Mémoire sur les solutions colloïdales, a voulu assigner à l'albuminoïde ou au colloïde de l'enzyme un rôle protecteur vis-à-vis d'autres colloïdes instables de l'enzyme, qui seraient les vrais agents actifs, et il a précisément appliqué cette conception à la laccase[1]. Il s'exprime comme suit dans un paragraphe intitulé : *Un modèle de diastase* : « On sait, par exemple, que les oxydases contiennent, en outre de matières organiques, des traces de manganèse qui ne peuvent être supprimées sans que l'oxydase cesse de fonctionner (G. Bertrand), et l'on sait, d'autre part, que MnO^2 en solution colloïdale a des propriétés catalytiques très marquées (vis-à-vis de l'eau oxygénée, par exemple), mais que cet hydrosol est instable. Plus généralement, des traces de métaux, tels que le fer, sont indispensables à la matière vivante, et l'on sait, d'autre part, que les hydrates des oxydes de ces métaux sont des catalyseurs puissants, mais instables. On est ainsi porté à penser que peut-être la matière organique aurait seulement pour rôle de maintenir au catalyseur une surface énorme, en sorte qu'il agisse notablement, bien qu'il soit tout à fait insoluble. Bref, et sans supposer que toutes les diastases sont construites sur ce modèle, nous arriverons à l'énoncé suivant : Une diastase pourrait bien être fréquemment portée par un colloïde minéral instable, exerçant toutes les catalyses qui caractérisent la diastase, protégé contre la coagulation par un colloïde hydrophile (stable). »

Cette conception est peut-être exacte pour certaines diastases, mais elle doit être indiscutablement rejetée dans le cas de la laccase, avec le schéma de M. Bertrand qui l'a inspirée dans le détail. Mais, outre que les ions $\overset{+}{H}$ et $\overset{-}{OH}$ doivent avoir une importance plus grande que les « colloïdes minéraux », on peut entrevoir d'autres modes de solubilisation de ces derniers ; par exemple, l'action bien connue des tartrates et citrates alcalins vis-à-vis des hydrates métalliques, comme MM. Euler et Belin et nous-même l'avons montré récemment.

Nous avons ainsi suffisamment fait ressortir la suprématie des éléments inorganiques dans les actions diastasiques, et nous n'irons pas jusqu'à contester la part éventuelle d'un corps organique dans leur activité; mais nous répétons que, si le rôle des premiers a été démontré, celui des seconds n'emprunte aucune réalité aux expériences existantes.

[1] Jean Perrin : Le mécanisme de l'électrisation de contact et les solutions colloïdales. *Journal de Chimie physique*, t. II, 1904, p. 601-605, et 1905, p. 109.

IV. — Conclusion.

L'importance qu'a prise en Biologie le concept diastasique ne repose ni sur le caractère particulièrement rigoureux des méthodes d'isolement des diastases, ni sur la certitude des données qui les concernent. Mais l'élasticité même du concept se prêtait à un accord facile entre les tendances antagonistes des biologistes : comme substance chimique d'ordre supérieur, la diastase s'interposait entre les corps chimiques et la force vitale; la *vis vitalis* peut s'abriter à l'aise derrière la « labilité » diastasique; pour les adversaires de la force vitale, au contraire, cette même labilité égalise la diastase à la force vitale et l'en affranchit. Il n'est pas exagéré de dire que la notion-tampon de la diastase a fait une trêve entre les deux écoles sur le terrain des fonctions de nutrition. Il est curieux de relever que cette notion hybride de l'enzyme ait trouvé pour protagoniste l'antivitaliste déterminé qu'était Duclaux. Car la notion de diastase a incontestablement un contenu métaphysique. En tant que substance chimique, l'enzyme est insaisissable; elle n'a pas de composition fixe ou définie; elle s'évanouit sous un effort continu de purification; d'autre part, elle représente des propriétés spécifiques qui ne peuvent donc être rattachées à une substance définie; aussi a-t-on beaucoup discuté le double concept de l'enzyme-substance et de l'enzyme-propriété. Des images comme celle qui est due au prestigieux ouvrier de la synthèse chimique, Em. Fischer, assimilant l'action spécifique[1] des diastases à l'action d'une clef sur une serrure, image que beaucoup ont fini par offrir en explication, n'enlèvent rien de son obscurité à l'action diastasique; elles n'ont même pas l'avantage de fournir un bon « modèle » de cette action, car nous savons qu'abstraction faite de toute diastase l'ion $\overset{+}{H}$, par exemple, dont la « configuration » doit être bien simple, peut, en un temps donné, intervertir du sucre de canne, hydrolyser l'amidon, attaquer l'albumine, etc.

Nous croyons que le voile qui protège le concept métaphysique de la diastase se déchirera tôt ou tard.

Dans une étape prochaine, l'effort des chercheurs fera la synthèse des diastases comme il a fait celle des composés organiques. A cet égard, l'idée de « complexe catalytique », en se substituant à l'idée finaliste d'une diastase spécifiquement destinée à une œuvre chimique particulière aurait l'avantage

[1] Dans ses importantes études sur la catalyse, M. Bredig a fort bien fait ressortir que la spécificité n'est pas l'apanage des diastases et que chaque catalyseur est à certains égards spécifique (voir Bredig : Die Elemente der chemischen Kinetik mit Berücksichtigung der Katalyse. *Ergebnisse der Physiologie*, publiés par Asher et Spiro, t. I).

de ne pas arrêter les chercheurs devant le contenu inconnaissable de la diastase.

Se demander d'où résulte la « labilité » spéciale des diastases, rechercher sans préjugé si elle est réellement l'œuvre de la vie ou si elle n'est pas secondaire, faire enfin à l'aide des catalyseurs associés la synthèse des diastases, c'est un but que le chercheur peut aujourd'hui se donner à bon droit[1]. La singularité de la notion diastasique l'y invite et l'état actuel des connaissances scientifiques l'y autorise. Dans cette voie, qui fut hardiment tracée par M. Ernest Solvay[1], nous nous réjouissons d'avoir pu faire quelques pas.

Octave Dony-Hénault,
Chef de Laboratoire à l'Institut Solvay, à Bruxelles.

LE ROLE DES GLOSSINES DANS LA TRANSMISSION DES TRYPANOSOMIASES[2]

L'action pathogène exercée sur les animaux domestiques par les piqûres des mouches tsé-tsé est connue depuis fort longtemps des voyageurs. Livingstone, en 1857, a laissé une description classique des effets désastreux produits sur certains bestiaux par une espèce particulière de Glossines ; mais c'est au médecin colonial anglais D. Bruce, en 1895, que revient le grand honneur de l'explication scientifique de ce rôle pathogène basée sur des expériences précises.

Le savant anglais, en même temps qu'il découvrait l'agent pathogène du Nagana ou trypanosomiase du Zoulouland, le *Trypanosoma Brucei* Pl. et Br., montrait que ce parasite est transmis d'une manière spécifique par une tsé-tsé, la *Glossina morsitans*[3]. Des mouches, nourries sur des animaux atteints de Nagana, pouvaient inoculer la maladie à des animaux sains pendant quarante-huit heures après leur repas infectant, jamais plus tard. Au delà de deux jours, elles n'étaient plus infectieuses. Ces mémorables expériences éclairaient d'un jour tout nouveau le rôle étiologique des tsé-tsés. On savait dès lors que ces mouches n'étaient pas venimeuses par elles-mêmes, à l'encontre de ce que croyaient la plupart des observateurs, mais qu'elles agissaient soit comme hôtes intermédiaires, soit comme vecteurs mécaniques, vis-à-vis d'un trypanosome, agent essentiel de la maladie.

Le retentissement des recherches de Bruce ne devait pas tarder à susciter d'autres hypothèses et d'autres expériences sur le rôle des Glossines dans la transmission des grandes trypanosomiases africaines. Déjà en 1898 J. Brault[3] exprimait l'opinion que la maladie du sommeil était une affection à protozoaires, produite par des trypanosomes et transmise par des tsé-tsés. En 1903, peu de temps après que Castellani et Bruce eurent, en effet, découvert un trypanosome chez des sujets atteints de cette maladie, Bruce, en collaboration avec Nabarro et Greig, en Ouganda, montrait que ce parasite est effectivement transmis, toujours dans les limites de quarante-huit heures, par une autre espèce de Glossines, la *Glossina palpalis*[3]. En 1905, Greig et Gray établissaient que cette Glossine peut convoyer non seulement le trypanosome humain, mais d'autres encore; en 1906, Cazalbou, en 1907, Dutton, Todd et Hanington, Bouet et nous-même, confirmions de façons diverses ces résultats. Il est donc établi que les Glossines sont capables par leurs piqûres d'inoculer différents trypanosomes après un intervalle de plusieurs heures. L'expérience a pu montrer aussi qu'à cet égard le rôle de ces mouches est parfaitement spécifique. Dès ses premières recherches, Bruce, en 1895, avait montré que d'autres mouches piquantes, même très voisines des Glossines, ne se comportent pas de la même manière vis-à-vis du virus du Nagana. Greig et Gray[4], en 1905; Minchin, Gray et Tulloch[5], en 1906, ont établi, de même, que les Stomoxes, par exemple, Diptères étroitement apparentés aux Glossines, sont incapables de convoyer du virus autrement que par des piqûres immédiatement consécutives sur l'animal infecté et sur l'animal sain. Cette propriété de conserver et de transmettre les virus absorbés après un certain nombre d'heures n'appartient qu'aux Glossines. La question se pose, dès lors, de savoir de quelle manière agissent ces mouches vis-à-vis des trypanosomes. Le problème qui s'est posé dès le début, à la suite des recherches de Bruce sur la

[1] La tendance actuelle est plutôt dans la multiplication indéfinie des propriétés enzymatiques, sans effort de recherche vers leur mécanisme.

[2] Further report on Tse-tse fly disease..., Londres, 1896.

[3] *Janus*, III.

[1] Ernest Solvay : Oxydation, catalyse et oxygénèse. Congrès international des Physiologistes, Bruxelles, 1904.

[2] Voir le précédant article du même auteur dans la *Revue* du 30 novembre 1909.

[3] Sleeping sickness Comm., *Royal Society*, n° IV, 1903.

[4] *Ibid.*, t. VI, 1905.

[5] *Proceed. Royal Society*, 1906.

Glossina morsitans, n'a pas été résolu par lui. Ayant remarqué que le sang d'un animal nagané, maintenu aseptiquement en milieu humide, était encore infectieux pendant plusieurs jours, il avait pensé tout d'abord que la trompe des Glossines agissait surtout en conservant au sang porteur de trypanosomes ses propriétés virulentes. Il s'agirait donc d'un simple transport mécanique de la part des Glossines, et non d'une évolution particulière des Trypanosomes chez ces mouches. Cependant, cette conception n'a pas tardé à être abandonnée par l'auteur anglais, qui, en 1904[1], exprimait nettement l'opinion que quelque développement très particulier des Trypanosomes devait avoir lieu chez les Glossines.

Un des faits expérimentaux qui plaident le mieux en faveur de cette manière de voir est, en effet, le suivant. Des mouches, capturées dans la nature et spontanément infectées, sont capables, après avoir piqué un premier animal sain, d'en infecter encore un second. Ce fait résulte très nettement de certaines des expériences de Bruce, qui, capturant dans une localité infectée des Glossines sur des animaux sains, réussissait ensuite à infecter d'autres animaux avec ces mêmes Glossines. S'il s'était agi purement et simplement d'un transport mécanique du sang virulent contenu dans la trompe, les mouches contaminées auraient dû perdre leur propriété infectante à la suite de leurs premières piqûres sur l'animal sain, *laver* leurs trompes dans le sang de celui-ci et ne pas contaminer les autres. Il y a donc lieu de penser que les Trypanosomes pathogènes accomplissent chez les Glossines une évolution d'autant plus particulière que sa durée est exceptionnellement brève.

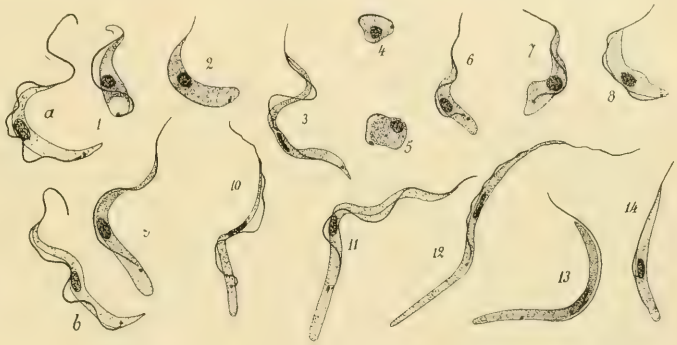


Fig. 1. — *Formes de culture du Trypanosoma gambiense dans l'intestin de Gl. palpalis de 1/2 heure au 7e jour. — a* et *b*, formes normales du sang.

I

Les premiers observateurs qui ont abordé le côté morphologique de la question, en essayant de préciser l'évolution des Trypanosomes chez les mouches, ont été frappés tout d'abord des phénomènes qui se passent dans le tube digestif des Glossines, à la suite de l'ingestion de sang virulent. Les résultats obtenus par les différents chercheurs furent variés et souvent contradictoires, la question étant d'ailleurs soumise à des causes d'erreurs multiples. L'une des principales est la présence possible, chez les mouches dont on fait usage, de Trypanosomes d'infection naturelle. En se mettant à l'abri des causes d'erreur, Minchin, Gray et Tulloch ont pu reconnaître avec certitude un premier fait : la multiplication, dans le tube intestinal de la *Gl. palpalis*, du *T. Gambiense*. Les parasites, absorbés avec le sang, se modifient légèrement dans leur forme, s'allongent, tout en augmentant considérablement de nombre, pendant les trois premiers jours. Pendant les premières heures, on pourrait même croire à une différenciation de nature sexuelle des individus, les uns courts et trapus du type femelle, les autres grêles et agiles du type mâle. Mais, au delà du troisième jour, les parasites disparaissent sans qu'on puisse les retrouver dans aucun organe.

J'ai refait ces observations chez la *Gl. palpalis* avec des virus différents et j'ai pu me rendre compte qu'il s'agit là seulement d'un phénomène de culture comparable à celui qui peut être réalisé au laboratoire dans des tubes de gélose au sang. Les trypanosomes ingérés se cultivent dans le liquide provenant de la digestion du sang en prenant des aspects variables suivant l'âge de la culture (fig. 1); ils disparaissent par simple nécrose, lorsque la totalité du sang qui remplit le tube digestif a été absorbée. La durée de cette culture est en général fonction de la rapidité de la digestion de la masse sanguine; elle dépend, par suite, des causes extérieures qui sont susceptibles de l'influencer. Les divers virus présentent à cet égard leur mode de réaction propre ; les uns, tels que le *T. gambiense*, le parasite humain, se maintiennent en vie pendant trois jours au moins dans l'intestin moyen ;

[1] Congrès de la British med. Ass. : *British Med. Journal*, 29 août 1904.

les autres, tels que le *T. Brucei*, se détruisent immédiatement, sans se cultiver, dans le tube digestif de la *Gl. palpalis*.

Ce phénomène de culture intestinale ne se produit pas exclusivement chez les Glossines. J'ai pu l'étudier aussi chez différents insectes piqueurs : Stomoxes, Moustiques des genres *Stegomyia*, *Mansonia*, et Simulies. C'est certainement un phénomène banal.

II

A côté de cette culture, qui se passe dans l'intestin et seulement dans sa région postérieure, j'ai pu mettre en évidence l'existence d'un autre phénomène, jusqu'alors insoupçonné, tout à fait indépendant du précédent, et très différent de lui. Lorsqu'on nourrit des Glossines sur des animaux porteurs de virus divers, on peut reconnaître que, dans certains cas, des Trypanosomes peuvent s'arrêter dans la trompe au moment même de la succion du sang par les mouches, se fixer par leur flagelle aux parois inertes de l'organe, et très rapidement se transformer et se multiplier sur place dans la salive. Bientôt toute la cavité intérieure de la trompe peut être remplie de parasites (fig. 2), tous fixés aux parois, soit isolément, soit en rosaces. Lorsqu'on les détache de leurs points de fixation, ils circulent pendant quelque temps, le flagelle en avant, et ne tardent pas à se fixer de nouveau de la même manière un peu plus loin. A la coloration, ces parasites se montrent sous un aspect très différent de celui des Trypanosomes primitifs ou des formes de l'intestin. Le 2e granule colorable du corps, ou blépharoplaste, a émigré en avant du noyau; la

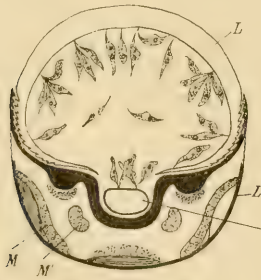


Fig. 2. — *Coupe transversale d'une trompe de Glossine infectée, montrant les parasites fixés au labre L.*

membrane ondulante, si caractéristique des Trypanosomes, s'est plus ou moins réduite; le flagelle s'est épaissi en une sorte de tigelle (fig. 3). Jamais rien de semblable ne se produit dans le tube digestif.

Ce phénomène de fixation dans la trompe et de multiplication dans la salive se produit même avec des virus, comme le *T. Brucei*, qui ne résistent pas au milieu intestinal. C'est, de plus, un phénomène *rare*, qu'on ne parvient à mettre en évidence que chez 10 °/₀ des mouches au maximum, dont la fréquence augmente avec la répétition des repas infectants, et qui est tout à fait propre aux Glossines, à

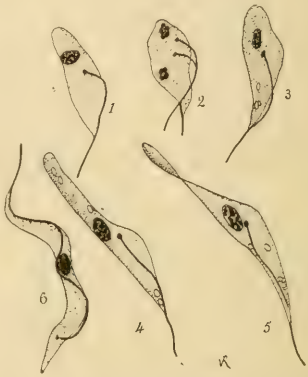


Fig. 3. — *1 à 5. Evolution du Trypanosoma Brucei dans la salive de Glossina palpalis, 1 heure après la succion. 6. Trypanosome normal du sang.*

l'exclusion des autres Diptères piqueurs. Sa durée varie suivant les virus : elle n'atteint pas trois jours pour le *T. Brucei*, en dépasse cinq pour le *T. Gambiense*. On voit donc qu'il s'agit bien d'un phénomène d'évolution tout à fait temporaire, d'un cycle d'attente, qui permet d'expliquer le pouvoir particulier de transmission des Glossines. Il est à remarquer, en effet, que des mouches infectées peuvent piquer plusieurs fois des animaux sains sans débarrasser leur trompe des parasites qui y adhèrent.

Sous cette forme fixée, les Trypanosomes pathogènes ont, comme nous venons de le dire, revêtu un aspect très différent de celui des formes du sang. Ils ont acquis des ressemblances évidentes avec certains Flagellés de l'intestin des insectes, connus sous le nom de genre *Herpetomonas* ou *Leptomonas*.

Ces ressemblances signent manifestement des relations phylogénétiques entre ces différents parasites, relations qui ont été énoncées, dans le cours de ces dernières années, par plusieurs auteurs, en particulier par Léger, Brumpt et Novy. La découverte récente, dans le cycle évolutif de certains Flagellés intestinaux de Diptères non piqueurs, de stades *trypanosomes* typiques, vient corroborer puissamment cette manière de voir. J'ai rencontré au Congo, dans le tube digestif de certaines mouches vertes non piqueuses et non suceuses de sang, des Flagellés (fig. 4) dont les formes jeunes sont des Trypanosomes mobiles.

Ces parasites sont également capables de se fixer par l'extrémité du flagelle, comme les Trypanosomes dans la trompe des Glossines, mais ils se fixent entre eux à deux ou à plusieurs; après la fixation, ils se transforment en *Leptomonas* par déplacement du centrosome en avant du noyau, et c'est sous cette forme qu'ils s'accroissent et se multiplient. Le stade trypanosome est ici transitoire. Les phénomènes qui se passent dans la trompe des Glossines peuvent donc être considérés comme un rappel fugace des conditions de vie ancestrales sous la forme *Leptomonas* des Trypanosomes du sang, et l'on peut avoir le droit de dire que les agents pathogènes des grandes trypanosomiases africaines, qui sévissent dans les zones à tsé-tsés, *sont des formes adaptées au sang des Mammifères, secondairement, mais d'une manière presque complète, de certains Leptomonas parasites anciens et primitifs de ces mouches.*

Ces données de morphologie comparée nous éclairent d'une façon plus sûre sur la façon dont il faut concevoir le rôle des Glossines vis-à-vis des Trypanosomes. Ces mouches représentent, malgré le caractère essentiellement fugace de cette évolution, de véritables hôtes intermédiaires pour les Trypanosomes, mais des hôtes très particuliers, comme Bruce l'avait entrevu.

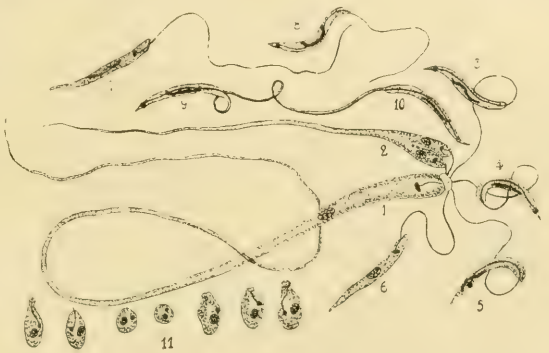


Fig. 4. — *Trypanosomes de l'intestin des mouches vertes du Congo.* — 1, 2, formes géantes; 3, 4, Trypanosomes fixés; 5, déplacement du blépharoplaste; 6, forme normale jeune; 7, forme normale à noyau de Trypanosome; 8, Trypanosome libre; 9, 10, Trypanosomes à bordure protoplasmique flagellaire. Association par soudure des flagelles; 11, formes grégariniennes.

III

Ce phénomène éphémère, si intéressant à la fois au point de vue théorique et au point de vue du rôle étiologique des Glossines, n'est pas le dernier aspect sous lequel se présente l'évolution des parasites chez les mouches. Il existe certainement encore un autre processus d'infection de la trompe, celui-là indirect et secondaire, consécutif à une évolution première dans le tube intestinal. Le premier, Koch[1] a signalé l'existence, chez des mouches capturées à l'état naturel, de Trypanosomes dans la trompe et le proventricule. Minchin, Gray et Tulloch[1], Stuhlmann[2], Keysselitz et Mayer ont retrouvé des faits analogues toujours chez des Glossines spontanément infectées : les parasites ne pouvaient être rencontrés dans la trompe que lorsqu'ils existaient aussi dans les parties antérieures du tube digestif.

J'ai rencontré également au Congo des Glossines dont toute l'étendue du canal alimentaire, y compris la trompe, était remplie de Trypanosomes. Ce développement parasitaire se distinguait tout de suite des phénomènes de culture que nous avons décrits dans le tube digestif, car on pouvait rencontrer les parasites chez des mouches complètement à jeun en dehors de toute trace de sang, ce qui n'est jamais le cas dans une culture intestinale banale.

Il semble bien probable qu'il s'agit là d'un phénomène d'évolution beaucoup plus durable que dans les cas précédents, et que l'infection de la trompe, où les parasites se rencontrent absolument sous l'aspect qu'ils ont dans le cas de la fixation immédiate, vient de formes remontées du tube digestif à la suite d'un envahissement parasitaire total et progressif.

Expérimentalement, aucun auteur n'est encore parvenu à suivre dans tous ses détails un semblable développement des parasites. Mais des expériences récentes de Kleine[4] viennent donner un appui très solide à ces observations. En nourrissant des Glossines sur des animaux infectés, cet auteur a pu réussir à transmettre à des animaux sains des Trypanosomes jusqu'à plus de 50 jours après le repas infectant. Il existe donc, à côté des propriétés de transmission à court intervalle des Glossines, un phénomène particulier qui permet le maintien des parasites pendant un temps beaucoup plus long chez les mouches. Chose curieuse, ce pouvoir infectant durable n'apparaît que d'une façon tardive, après plus de dix jours : il est précédé en général par une période de latence, qui peut

[1] *Sb. K. preuss. Akad. Wiss.*, Berlin. 1905.

[1] *Loc. cit.*
[2] *Arb. Kaiserl. Gesundheitsamte*, t. XXVI, 1907.
[3] *Arch. f. Schiffs u. Tropen-Hygiene*, t. II, 1908.
[4] *Deutsche med. Wochenschrift*, 18 mars 1909 et suiv.

atteindre, d'après les expériences de Kleine, jusqu'à 20 jours, au cours desquels les Glossines infectées ne sont pas encore infectantes pour les animaux sensibles. Il y a tout lieu de croire que cette phase négative correspond au temps nécessaire pour que les Trypanosomes du tube digestif, en se multipliant à foison, puissent envahir les régions antérieures de cet organe, le proventricule et le pharynx, et gagner la trompe. Le phénomène de fixation et de multiplication dans la trompe reste encore ici le processus véritablement important pour la transmission, mais c'est un phénomène entretenu et alimenté par un développement initial dans les parties reculées de l'intestin.

IV

Ces expériences récentes font donc concevoir sous un nouvel aspect le rôle pathogène des mouches tsé-tsé. On saisit combien la question est complexe. La transmission des Trypanosomes par ces mouches peut se faire suivant trois modalités principales. Il peut tout d'abord y avoir transmission mécanique, par piqûres immédiatement consécutives, et simple transport des virus. En second lieu, il peut se produire, à la suite d'un développement sur place des parasites dans la cavité de la trompe, un pouvoir infectant temporaire, qui disparaît au bout de quelques jours. Enfin, le pouvoir infectant peut apparaître plus tardivement et durer également davantage. Dans ce cas, on conçoit mieux le rôle d'hôte intermédiaire joué par les Glossines.

Différents virus peuvent accomplir leur développement chez une même espèce de Glossines. J'ai pu suivre la fixation et la transformation dans la trompe de *Gl. palpalis* de 5 virus distincts. Mais il ne s'ensuit pas que toutes les espèces de Glossines soient aptes à transmettre les diverses trypanosomiases. Il y a bien plutôt lieu de croire que certains virus sont spécifiquement liés à certaines Glossines. Dans la Nature, les zones où sévit le nagana, trypanosomiase à *T. Brucei*, paraissent se superposer étroitement à celles qu'infeste la *Gl. morsitans*. De même, la trypanosomiase humaine ne semble pas jusqu'à présent déborder les zones à *Gl. palpalis*. Des faits de natures diverses autorisent à penser que cette affection cesse d'être endémique en dehors de la zone d'extension de cette mouche. L'interprétation de ce rôle spécifique est difficile; il s'agit sans doute d'une adaptation très délicate de certains virus à certaines espèces de Glossines, adaptation qui se traduit par des changements dans la virulence des Trypanosomes lorsqu'ils évoluent chez les Glossines dans des conditions anormales.

Le fait, d'ailleurs, ne serait pas constant: certains virus du bétail, le *T. dimorphon*, le *T. Pecaudi*, le *T. Cazalboui*, paraissent pouvoir être transmis par des Glossines diverses.

Le rôle des mouches tsé-tsé dans le maintien à l'état endémique des trypanosomiases de l'homme et des animaux paraît absolument nécessaire. Le développement qui se produit chez les Glossines explique le rôle de choix joué par ces insectes dans l'étiologie de ces affections.

Cependant, il serait hasardé de ne pas tenir compte de certains agents secondaires qui, à l'occasion, peuvent agir comme de redoutables auxiliaires des Glossines. Bouffard[1] a clairement démontré que lorsque la souma, trypanosomiase à *T. Cazalboui*, s'est implantée dans un troupeau par l'intermédiaire des Glossines, l'affection continue à s'étendre en dehors de ces mouches, par les piqûres des Stomoxes. Ces mouches voraces agissent alors comme agents de dissémination épidémique du mal. Pour la maladie du sommeil, il doit fréquemment en être ainsi, et nous sommes plus spécialement porté, à cet égard, à incriminer les moustiques comme les auxiliaires les plus fréquents de la *palpalis*. Nous avons pu constater au Congo que les grandes épidémies de trypanosomiase humaine se produisent dans des zones marécageuses où les moustiques abondent, alors que les Glossines sont rares. Il va sans dire que, dans ce cas, ces insectes agissent non comme des hôtes intermédiaires, mais comme des vecteurs mécaniques en colportant sans intervalle les virus d'un individu malade à un sujet sain. Tout insecte piqueur peut, dans ces conditions, on le conçoit, agir de même, pour peu que les parasites soient abondants dans le sang des malades. Mais ce sont là des phénomènes de contagion secondaires, et l'existence des foyers endémiques de maladie du sommeil n'en reste pas moins liée à celle de la *Gl. palpalis*, condition nécessaire à la permanence de ce fléau redoutable qui désole l'Afrique tropicale.

E. Roubaud.
Docteur ès sciences,
Attaché à l'Institut Pasteur.

[1] *Bull. Soc. Pathol. Exot.*, n° 6, 1908.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Hensel (K.), *Professeur de Mathématiques à l'Université de Marburg.* — **Theorie der Algebraischen Zahlen.** (Théorie des Nombres algébriques). *Tome* I. — 1 *vol. in*-8° *de* XI-349 *pages.* (*Prix* : 10 *fr.* 75.) *Teubner, éditeur. Leipzig.*

L'ouvrage de M. Bachmann nous donnait, il y a quelque temps[1], l'occasion de parler, dans la *Revue*, de la théorie des corps, et d'exprimer notre regret de voir nos compatriotes ignorer, ou à peu près, cette généralisation si féconde de l'Arithmétique ordinaire.

Or, voici qu'à cette généralisation, M. Hensel en superpose une autre singulièrement plus hardie.

Dans le livre, fruit d'un travail de dix-huit années, dont nous analysons aujourd'hui le premier volume, il considère, il est vrai, les nombres rationnels, les nombres algébriques et les idéaux ordinaires. Mais il parle surtout d'êtres d'une nature toute nouvelle, dépassant les idéaux de Kummer comme ceux-ci dépassent les nombres de l'Arithmétique élémentaire.

Son point de départ est l'analogie qui existe, à bien des points de vue, entre la théorie des nombres algébriques et celle des fonctions algébriques, analogie dont l'importance et la fécondité ne sont plus à démontrer.

Or, la théorie des fonctions dispose d'un instrument puissant que la théorie des nombres n'avait pas su utiliser jusqu'ici : le développement en série.

L'Arithmétique offre, il est vrai, un exemple analogue aux séries de Maclaurin : c'est le développement en fraction décimale, que l'on peut considérer comme ordonné suivant les puissances de $1/10$, ou le développement analogue ordonné suivant les puissances de l'*inverse* d'un nombre entier p quelconque pris comme base du système de numération. Mais ce n'est pas ainsi que M. Hensel l'entend : il s'adressera à des développements ordonnés suivant les puissances *croissantes* de l'entier p *lui-même* (lequel sera, en outre, supposé premier).

Point de difficulté à cela s'il s'agit d'un entier positif ordinaire A ; il y a une infinité de manières de le mettre sous forme d'un polynôme en p à coefficients entiers : une entre autres qui peut être considérée comme caractéristique (M. Hensel la nomme développement *réduit*), celle qu'on obtient en écrivant A dans un système de numération à base p : chaque coefficient du polynôme possède alors l'une des valeurs $0, 1, \ldots (p-1)$.

Mais les nombres qualifiés ordinairement d'entiers ne sont pas les seuls qui, dans les calculs actuels, soient traités de cette façon. Sont dits *entiers suivant le module* p, et mis tout à fait sur le même pied que les entiers ordinaires, tous les nombres fractionnaires dont les dénominateurs ne contiennent pas p en facteur[2]. On peut, en effet, étendre aisément entre de tels nombres (ou entre eux et les entiers ordinaires) la théorie des congruences de module p.

Or, les calculs précédents, appliqués à ces entiers (mod. p) ou même à des entiers (ordinaires) négatifs, conduisent à des développements *indéfinis*.

M. Hensel n'hésite pas à introduire de pareils développements indéfinis, qu'il nomme *p-adische Zahlen*. Il ne peut, bien entendu, être question de convergence pour de pareilles séries dont tous les termes sont entiers : par conséquent, ces « Nombres-à-base-p » sont des êtres de raison entièrement distincts, en général, des nombres ordinaires[1].

Ne peut-on, cependant, former des Nombres-à-base-p qui soient des séries convergentes ? Cela est possible : il suffit de prendre comme coefficients des puissances successives de p, non plus des entiers ordinaires, mais des entiers (mod. p), — au sens défini tout à l'heure — lesquels pourront être pris aussi petits que l'on voudra. S'il en est ainsi — comme, d'une manière générale, si le développement n'est pas assujetti à être « réduit », — deux développements différents pourront représenter le même Nombre; mais on sait définir d'une manière précise (et vérifier par un nombre fini d'essais en ce qui regarde les k premiers termes, k étant un nombre déterminé aussi grand qu'on veut) les conditions nécessaires et suffisantes pour qu'il en soit ainsi : elles se réduisent à exprimer que la différence entre les deux Nombres en question est divisible par p^k — ce que M. Hensel exprime en disant qu'elle est d'*ordre* k — et cela pour toutes les valeurs successives de k.

Mais on arrive aussi à une autre constatation, décourageante au premier abord : c'est qu'un de ces développements convergents peut représenter, au sens classique, n'importe quel nombre ordinaire donné, le *même* développement représentant au sens nouveau n'importe quel Nombre également donné.

Par contre, il est loisible de ne considérer, *par convention*, que les développements convergents qui ont le même sens dans les deux cas; et c'est précisément cette convention que fait M. Hensel.

Tout ceci ne regarde que les nombres rationnels. Pour passer au cas des nombres algébriques, il faut introduire non seulement la notion, maintenant classique, d'entier algébrique, — que l'auteur rappelle, car il entend n'exiger du lecteur que les connaissances élémentaires, — mais aussi celle d'entier algébrique (mod. p) : on appellera ainsi tout nombre algébrique racine d'une équation ayant pour premier coefficient l'unité, les autres étant des entiers (mod. p), au sens précédemment défini.

Moyennant cette notion et l'usage des systèmes fondamentaux (tels qu'on les emploie habituellement dans la théorie des corps), on peut ordonner les nombres algébriques en séries ordonnées suivant les puissances de p, « dans le domaine de p », c'est-à-dire au sens congruentiel analogue à celui qui a été défini pour les nombres rationnels. On peut d'ailleurs former de tels développements en séries sans passer par l'intermédiaire des systèmes fondamentaux si, en remplaçant l'équation qui définit le corps considéré par la congruence correspondante suivant le module p, cette congruence admet une racine (simple) entière.

Un exemple remarquable de cette circonstance s'offre immédiatement avec l'équation binôme de degré $p-1$: d'après le théorème de Fermat, en effet, la congruence dont nous venons de parler admet pour racines les $p-1$ premiers nombres entiers. Nous obtiendrons donc $p-1$ Nombres-à-base p : $\tilde{\omega}_1, \tilde{\omega}_2, \ldots \tilde{\omega}_{p-1}$, qui représentent, « dans le domaine de p », des racines de l'équation. Mais cette même équation admet, au sens vulgaire du mot, $p-1$ racines $\omega_1, \omega_2, \ldots, \omega_{p-1}$. Quel rapport y a-t-il entre ces vraies racines, qui sont des nombres ordinaires, et celles que la théorie précédente vient de nous conduire à imaginer?

[1] *Revue gén. des Sc.*, tome XVIII (1907), p. 166.

[2] Autrement dit, les nombres premiers avec p jouent, dans cette théorie, le rôle d'*unités* (au sens que ce mot a classiquement dans la théorie générale des nombres algébriques).

[1] Nous écrirons « Nombres » avec une majuscule pour marquer cette distinction.

Nous voici de nouveau, on le voit, aux prises avec la difficulté rencontrée en commençant et il faut nous en féliciter, car l'auteur va être amené à en donner la solution sur cet exemple simple et concret. Nous conseillons au lecteur l'étude du chapitre qui traite de ces racines $n^{\text{èmes}}$ de l'unité : il n'aura pas de meilleure occasion de saisir, entre le nouveau domaine créé par M. Hensel et celui de l'arithmétique ordinaire, ce contact qu'il peut craindre de sentir lui échapper dans le reste de l'ouvrage.

D'après ce qui précède, nous pouvons trouver un développement convergent qui, au sens ordinaire de l'analyse, représente un ω et, dans « le domaine de p », un $\tilde{\omega}$. Il ne peut être question de demander qu'il s'agisse du même nombre dans les deux cas.

La nouvelle convention établie par l'auteur consiste à faire correspondre à chaque ω un $\tilde{\omega}$, d'une manière telle que toute relation algébrique (à coefficients rationnels) entre les ω ait aussi lieu entre les $\tilde{\omega}$, et inversement (d'où résulte évidemment qu'à deux ω distincts correspondent deux $\tilde{\omega}$ distincts).

On peut toujours satisfaire à cette condition, et même elle ne détermine pas la correspondance cherchée d'une manière complète, mais à une certaine substitution près, dont une puissance quelconque n'empêche pas le rapport en question de subsister.

Il est clair qu'une telle substitution fera forcément partie du *groupe* de l'équation, tel qu'on le définit avec Galois.

C'est cette convention que l'auteur va étendre au cas général. Il trouvera de même, dans le domaine d'un nombre premier quelconque p, des Nombres qui satisferont, au sens nouveau (ce qu'on exprimerait en langage analytique ordinaire, en disant qu'ils satisferont « formellement ») à l'équation donnée. Entre ces Nombres et les racines proprement dites de l'équation, il établira une correspondance qui conserve toutes les relations rationnelles à coefficients rationnels. Une telle correspondance n'étant encore déterminée qu'à une puissance près d'une certaine substitution, on comprend, sans plus, que, dans le « domaine de p », les racines peuvent être réparties en *cycles*, et qu'on va ainsi pouvoir rendre à ce point de vue la théorie des nombres tout analogue à celle des fonctions.

Mais, pour rendre cette analogie complète, il faut encore triompher d'un obstacle important. Le nombre premier p de l'arithmétique ordinaire n'est pas nécessairement, comme on sait, premier dans le corps algébrique considéré. Mais il y a plus. La décomposition du nombre p en facteurs sera recherchée, non seulement à l'intérieur du corps en question, mais, en outre, *suivant le module p* (au sens défini plus haut). Dans ces conditions, une nouvelle décomposion peut se produire : un nombre p, premier au sens classique, peut cesser de l'être (module p). Cette circonstance n'a d'ailleurs lieu que pour des nombres très particuliers (ils doivent être pris parmi ceux qui figurent en facteurs dans le discriminant de l'équation).

Mais, si p est un de ces nombres spéciaux, la méthode précédente devra être modifiée en conséquence. Les développements devront procéder non suivant les puissances de p, mais suivant celles du diviseur premier π qu'admet p : ce seront des Nombres-à-base π, au lieu d'être des Nombres-à-base p.

p est d'ailleurs (à une multiplication près par une unité dans le domaine de p) égal à une certaine puissance π^e de π.

M. Hensel dit qu'un entier N est divisible par la puissance $h^{\text{ème}}$ du *diviseur* premier qui correspond à p (diviseur qu'il désigne par la notation $\mathfrak{p}$) si, dans le domaine de p, N est divisible par π^h. L'exposant de la plus grande puissance de $\mathfrak{p}$ par lequel N est divisible n'est d'ailleurs pas nécessairement un multiple de e.

De la notion de *diviseur premier*, on passe à celle de *diviseur* en général. On nommera ainsi un produit de puissances de diviseurs premiers, correspondant à des nombres p différents entre eux.

Notre intention n'est pas de suivre l'auteur dans tous les développements auxquels il se livre dans cet ordre d'idées. Mais le lecteur un peu familier avec la théorie des corps algébriques ne peut manquer d'être frappé de l'identité qui existe entre les propriétés des *diviseurs* ainsi définis et celles des idéaux; et c'est en effet une nouvelle théorie des idéaux qui ressort, entre autres résultats, des principes de M. Hensel. Je ne sais si l'on n'arrive pas ainsi à la véritable origine de cette conception si profonde et dont l'acquisition a été une des plus difficiles conquêtes de la Science mathématique. Ce ne serait pas là un des moindres mérites de ce livre si fécond en idées nouvelles et en points de vue originaux.

JACQUES HADAMARD,
Professeur au Collège de France.

2° Sciences physiques

Dunoyer (L.), *Agrégé de l'Université, Préparateur au Collège de France.* — **Études sur les compas de marine et leurs méthodes de compensation. — Un nouveau compas électromagnétique.** — *Thèse soutenue devant la Faculté des Sciences de l'Université de Paris. Gauthier-Villars, éditeur. Paris*, 1909.

La partie essentielle de ce travail est relative au nouveau compas électromagnétique, si remarqué dès les premières communications faites par l'auteur, et très original tant par son dispositif que par son mode de compensation. On sait qu'il repose sur le principe de l'inducteur terrestre, principe dont l'application possible en vue des compas avait été simplement signalée en Allemagne en 1901. L'idée nouvelle consiste d'abord à associer deux cerceaux de Delezenne solidaires, animés d'un mouvement de rotation uniforme autour d'un axe vertical commun, et à disposer les plans de commutation rectangulaires entre eux, de manière à les faire coïncider respectivement avec l'axe longitudinal Ox et l'axe transversal Oy du navire. Par ce dispositif, qui constitue le *transmetteur* de l'appareil, il devient possible d'obtenir directement l'image du vecteur qui indique le cap au compas ζ', et représente en même temps l'intensité du champ directeur H' à ce cap. Les galvanomètres, installés dans les deux circuits correspondants, et qui forment la seconde partie, appelée le *récepteur*, donnent, en effet, dans ces conditions, des déviations permanentes respectivement proportionnelles à $H'\sin\zeta'$ et $H'\cos\zeta'$. Ces déviations se traduisent sur une glace dépolie sous la forme de deux longs traits lumineux rectangulaires entre eux et respectivement parallèles aux axes Ox et Oy. Si donc les deux circuits ont été, une fois pour toutes, réglés de manière à présenter exactement la même constante, le vecteur défini par le centre de la glace et le point de croisement P des deux traits lumineux représente le champ H' au cap considéré.

Ainsi, d'une part, la rose gravée sur la glace permet de lire immédiatement le cap au compas. D'autre part, il suffit d'effectuer un tour d'horizon et de relever le lieu géométrique du point P pour obtenir le dygogramme elliptique relatif à la position assignée au transmetteur.

La compensation de ce compas pourrait s'effectuer exactement à la manière ordinaire, au moyen des mêmes organes correcteurs. Mais la facilité même avec laquelle s'obtient le tracé du dygogramme a conduit M. Dunoyer à un nouveau mode de compensation pratique, très rapide et particulièrement ingénieux. C'est l'application, sous une forme toute nouvelle, d'un mode de compensation indiqué depuis longtemps, mais qui, avec les compas ordinaires, exige l'emploi, toujours délicat, souvent même impraticable, du déflecteur de Lord Kelvin. Le principe consiste à assurer pratiquement la compensation en égalisant le champ directeur H' à tous les caps.

Le relevé de l'ellipse-dygogramme dispense de tout appareil spécial. La compensation consiste naturelle-

ment à amener d'abord le centre de l'ellipse à coïncider avec le centre de la rose, et ensuite à égaliser les axes de l'ellipse. Au lieu d'opérer réellement cette compensation au moyen des correcteurs habituels, M. Dunoyer a eu l'idée curieuse de se dispenser de cette compensation « en réglant l'appareil de telle manière que ses indications soient équivalentes à celles d'un compas compensé ». Il suffit alors d'agir sur le calage des porte-balais et sur les résistances intercalées dans les deux circuits galvanométriques pour ramener l'ellipse à un cercle.

Un compas ainsi constitué présente le grand avantage d'être formé de deux parties nettement séparées, et de fournir ainsi aisément la solution du problème de la transmission à distance des indications d'un compas. Il devient possible ainsi d'obtenir, dans un blockhaus, les indications d'un compas installé à distance dans des conditions moins défavorables, c'est-à-dire dans une position où le champ directeur est suffisamment intense. De plus, ce compas semble, *a priori*, devoir être très stable au point de vue de la route, et ne pas être influencé par les inclinaisons du bâtiment, car les déviations des galvanomètres se trouvent affectées simultanément dans le même rapport. En définitive, il paraît appelé à contrôler les indications des compas ordinaires de route et de relèvement, et sera même exclusivement utilisé dans les blockhaus et les sous-marins.

Dans la première partie de son travail, M. Dunoyer a repris, sous une forme plus générale, l'étude des compas à rose immergée, ou compas liquides, qui ont l'avantage sur les compas secs de permettre des aiguilles de plus grand moment magnétique, très avantageuses dans tout poste où le champ directeur est faible, et qui offrent, d'autre part, le meilleur mode d'amortissement des oscillations de la rose dues aux vibrations de la coque. Il a précisé, en particulier, les lois de l'entraînement de la rose pendant les évolutions, entraînement dû à la liaison visqueuse que le liquide établit entre la rose et le navire. D'autre part, l'étude de la compensation quadrantale de ces compas l'a amené à développer une théorie nouvelle de l'action mutuelle du compas et des correcteurs de fer doux. Toutefois, les formules auxquelles il parvient ne se prêtent pas aisément à la détermination numérique des divers coefficients qui y figurent. De plus, le rôle de l'action mutuelle, cependant non négligeable, des deux sphères n'a pas été envisagé.

É. Haudié,
Professeur à l'École Navale

Baillehache (Cte de), *Ingénieur des Arts et Manufactures, Ancien Élève de l'École supérieure d'Électricité.* — **Unités électriques.** — 1 *vol. in-8° de* 200 *pages.* (*Prix* : 6 *fr.*) *Dunod et Pinat, éditeurs. Paris*, 1909.

L'auteur étudie les systèmes d'unités en général, les systèmes absolus, et, en dernier lieu, un système pratique. Il en dégage la conclusion qu'un système absolu n'offre pas un intérêt exclusivement scientifique, et qu'un système bien coordonné donne des combinaisons claires et fécondes, permettant toujours, si la nécessité s'en fait sentir, d'introduire une correction à la fin des opérations.

Herz (Dr W.), *Professeur à l'Université de Breslau.* — **Les bases physico-chimiques de la Chimie analytique.** *Traduit de l'allemand par M.* E. Philippi. — 1 *vol. in-8° de* 167 *pages.* (*Prix* : 5 *fr.*). *Gauthier-Villars, éditeur. Paris*, 1909.

Le titre ne répond pas exactement à la teneur de l'ouvrage, qui est surtout un précis *élémentaire* de *Chimie physique.* Evidemment cette science joue un rôle capital en Chimie analytique, mais elle est avant tout la base de la Chimie *générale.* Aussi « les bases physico-chimiques de la Chimie *générale* » auraient mieux répondu, comme titre, au contenu de l'ouvrage.

Ce que nous disons là ne diminue en rien la valeur du livre, qui est un exposé remarquablement clair des principes de la Chimie physique. Les formules mathématiques y sont réduites à leur plus simple expression, et des chapitres qui, ailleurs, trop souvent, manquent de clarté, comme les propriétés des colloïdes, les solutions solides, sont exposés ici avec un art didactique peu ordinaire.

On sent le maître qui connaît les difficultés ; il se garde de les escamoter, mais il s'efforce de les applanir par la clarté de sa présentation.

Cet ouvrage ne fait pas double emploi avec « Les principes scientifiques de la Chimie analytique », où Ostwald s'est plus spécialement limité aux réactions analytiques.

Nous ajouterons, enfin, que le style clair et concis du traducteur, M. Philippi, rend la lecture de cet ouvrage des plus faciles.

A. Hollard,
Chef du Laboratoire central
des Usines de la Cie française des Métaux

3° Sciences naturelles

Chudeau (R.), *Chargé de Mission en Afrique occidentale française.* — **Sahara Soudanais.** — 1 *vol. in-8° de* 326 *pages avec* 83 *figures et cartes dans le texte et hors texte, dont une carte géologique en couleurs,* 72 *photographies et* 2 *photogravures hors texte.* (*Prix* : 15 *fr.*) *Armand Colin, éditeur. Paris*, 1909.

L'an passé, à pareille époque, je rendais compte ici même de l'ouvrage de M. E.-F. Gautier sur le Sahara algérien, et j'annonçais l'apparition prochaine d'un deuxième volume, consacré par M. Chudeau au Sahara soudanais. Je viens d'achever la lecture de ce second volume, qui complète les publications de la Mission saharienne Chudeau-Gautier, et je suis heureux de constater tout de suite qu'il forme le digne pendant du précédent. Le plan en est cependant assez différent. Ses deux premiers chapitres (qui ont plus de 100 pages sont des monographies de pays, tandis que les chapitres suivants traitent de questions relatives à l'ensemble du Sahara.

Au point de vue géologique, comme à beaucoup d'autres, il y a une opposition très nette entre la pénéplaine centrale du Sahara, formée de terrains anciens très plissés, et une longue bande située plus au sud, où affleurent des terrains relativement récents (depuis le Crétacé), restés sensiblement horizontaux ; ces derniers constituent les hautes plaines du Soudan. Les plissements du massif central du Sahara sont antérieurs au dépôt des grès dévoniens ; il existait alors là, en effet, un massif montagneux comparable à la chaîne calédonienne d'Europe. Il y a d'ailleurs une symétrie très remarquable par rapport à la Méditerranée : Flamand et Gautier ont fait connaître au Tidikelt des plissements d'âge hercynien ; la correspondance des Alpes et de l'Atlas a été notée depuis longtemps. En Europe, la chaîne calédonienne et la chaîne hercynienne accusent un certain parallélisme qui ne se retrouve pas au Sahara, où il y a croisement des plis anté-dévoniens et carbonifères. Comme, au surplus, il n'est pas certain que ces plis anté-dévoniens soient rigoureusement de même âge au Sahara et en Ecosse, il est sans doute préférable d'employer pour les premiers le terme de *plissements sahariens* (ou *saharides*), qui a l'avantage de ne rien préjuger.

Il est assez difficile de préciser l'âge des terrains cristallins plissés ; on sait seulement qu'ils sont recouverts par des grès du Dévonien inférieur restés horizontaux. La présence de graptolithes (trouvés bien plus au nord) permet d'en attribuer une partie au Silurien, la base répondant sans doute à l'Archéen. L'âge dévonien et carbonifère des couches supérieures a pu être établi grâce à quelques fossiles. L'auteur indique l'extension de ces divers termes non seulement dans le Sahara proprement dit, mais jusqu'à l'Atlantique.

En général, les affleurements ont une orientation nord-sud ; cependant, au voisinage du Niger, les axes des plis font un angle de plus en plus grand avec le méridien et peuvent même devenir est-ouest ; il y a donc un rebroussement des plis, qui coïncide précisément avec la zone, parallèle à l'équateur, que devait envahir plus tard la mer du Crétacé et du Tertiaire.

Après avoir posé les bases géologiques de son étude, M. Chudeau aborde l'examen des régions de la pénéplaine saharienne, et, dès l'abord, il nous montre les avantages et les inconvénients de telle ou telle constitution géologique. Les deux formations qui dominent au Sahara, l'Archéen et le Silurien, ont le défaut (particulièrement grave au désert) d'être imperméables ; l'eau ne peut que ruisseler à la surface, où le soleil a tôt fait de l'évaporer. Ces formations cristallines correspondent donc à des régions particulièrement désolées et stériles, les *tiniri* et les *tanezrouft*, que les caravanes doivent franchir à marches forcées pour atteindre les points où des roches perméables (grès dévonien des Tassili, roches volcaniques d'In Zize) ont permis à l'eau de s'accumuler à l'abri de l'évaporation. Ces tanezrouft et tiniri forment une longue bande qui vient s'intercaler entre l'Ahaggar et la plaine soudanaise. C'est par eux que M. Chudeau commence son étude régionale. Il envisage ensuite successivement l'Ahaggar, l'Adr'ar' des Ifor'as et l'Aïr. Il m'est évidemment impossible de le suivre dans ces descriptions très documentées, dont chacune forme une monographie de la région considérée ; dans chaque cas, l'auteur étudie successivement l'orographie, l'hydrographie, les points d'eau, les populations, leur habitation, leur genre de vie, leurs cultures, leurs troupeaux, etc.

Le chapitre consacré aux hautes plaines du Soudan est bâti sur le même plan. A l'inverse du Sahara proprement dit, cette longue bande, qui s'étend de l'Ouadaï à l'Atlantique, est constituée par des terrains restés horizontaux. Ce sont des grès et des argiles (grès du Tegama) attribués au Crétacé inférieur (attribution qui n'est peut-être pas suffisamment établie), puis d'autres grès, argiles, calcaires dont l'âge turonien et sénonien n'est pas douteux. Divers fossiles permettent de ranger dans l'Eocène et le Miocène d'autres formations sédimentaires. Quelques pages sont consacrées à l'extension de ces formations, que résume une carte géologique (1/5.000.000) du Sahara central et de sa bordure soudanaise.

L'auteur a été amené à généraliser et à extrapoler assez largement ; mais il est bien évident que, dans un tel pays, ce mode de travail était de toute nécessité. Il a d'ailleurs mis à contribution tout ce qui avait pu être publié sur la région, de sorte que son ouvrage nous présente, en dehors des résultats nouveaux, une mise au point de nos connaissances sur ce pays encore peu exploré. Au surplus, cette remarque ne s'applique pas seulement à la géologie, mais à toutes les questions touchées dans l'ouvrage. Il est non moins évident qu'une telle synthèse ne pouvait être mieux faite que par celui qui a vu de ses propres yeux une grande partie des pays dont il parle, et qui est ainsi à même de faire un choix judicieux entre des opinions opposées.

Comme pour le premier chapitre, l'exposé géologique est suivi d'une série de monographies de pays : Adr'ar' de Tahoua, Djerma, Tessaoua, Demagherim, Damergou, Mounio, Koutous, Manga, Kaouar, Fachi. Là encore, je me vois dans l'obligation de renvoyer à l'ouvrage lui-même.

La météorologie du Sahara est encore bien peu connue ; une constatation importante se dégage cependant des observations rapportées par M. Chudeau. Dans la région algérienne et tunisienne, les courbes thermiques présentent un seul maximum en juillet, parfois en août. Au sud du Sahara, ces courbes offrent deux maxima. Ce contraste s'explique par des différences dans le régime des pluies. Dans le bassin méditerranéen, il pleut surtout pendant l'hiver ; au Sahara, pendant l'été, d'où un abaissement marqué de température et une moindre amplitude des variations diurnes. Les quantités de pluie varient beaucoup d'une année à l'autre. A Kayes, on a recueilli 525 millimètres d'eau en 1902, et 1.072 millimètres en 1905. A Tombouctou, la quantité de pluie a varié depuis une dizaine d'années entre 150 et 300 millimètres. In Salah présente le même type climatérique que le sud de l'Algérie ; il paraît en être encore de même pour les parties basses du Sahara. Par contre, sur les plateaux et les régions élevées, les pluies sont moins rares (Coudia, Ahaggar). Les orages sont en général assez brusques et localisés ; l'auteur en donne divers exemples, puis il examine les caractères de cette brume si fréquente au Sahara et qui n'est autre chose qu'une nuée argileuse.

Les caractères de la végétation permettent de combler, sur certains points, les lacunes de nos connaissances sur la météorologie du Sahara soudanais. Je ne voudrais pas déflorer par un trop rapide résumé le chapitre que M. Chudeau a consacré à la géographie botanique ; il faut le lire tout entier. A mon avis, c'est peut-être la partie la mieux venue de tout l'ouvrage. Je m'empresse d'ajouter que le chapitre sur la géographie zoologique est également plein d'intérêt. Le sujet est trop vaste assurément pour être épuisé, et l'auteur est le premier à le constater ; ce qu'il a voulu, avant tout, c'est poser les problèmes, et il y a pleinement réussi, ce qui ne l'a pas empêché, chemin faisant, de nous apporter une réponse sûre à beaucoup de questions pendantes. Il y a dans ces pages une foule de remarques judicieuses, par exemple au sujet des noms de plantes, des insectes, des tanezrouft, des batraciens, etc., etc.

Pour ce qui est de l'ethnographie, l'auteur s'élève contre l'emploi exclusif de la linguistique comme base de classification ; c'est à l'anatomie qu'il faut recourir. A ce point de vue, il est facile de distinguer, au Soudan, deux types principaux : l'un, massif et lourd, à cheveux crépus ; l'autre, plus fin, plus élancé, à cheveux très bouclés, mais ne formant pas toison. L'auteur nous indique rapidement l'extension de ces deux types, puis il complète (et corrige à l'occasion) les données que nous possédions déjà sur les Touareg.

L'hydrographie ancienne forme l'objet d'un chapitre que l'on peut qualifier de tout nouveau et qui sera lu avec une attention particulière par les géologues et les géographes. En effet, l'hydrographie du Sahara, dans son état actuel, est récente ; le dessin des cours d'eau date d'hier et les preuves abondent des remaniements importants et de captures. Ainsi s'expliquent, en particulier, ces immenses *dallols*, larges et profondes vallées, qui ne contiennent plus qu'un filet d'eau. L'existence d'une mer quaternaire à Tombouctou est un fait qui nous eût semblé bien extraordinaire il y a quelques années et qui est établi désormais sur des bases solides.

L'Oued Saoura (qui s'écoule maintenant vers le nord) venait se jeter dans cette mer qui recevait également le haut Niger. Vers l'ouest, le bassin de Tombouctou communiquait peut-être avec l'Atlantique, au nord du Sénégal, tandis que, vers l'est, il était en relation avec le bassin d'Ansongo et celui du Tchad. On comprend aisément que la disparition d'une pareille nappe d'eau ait pu avoir une influence considérable sur le climat du Sahara. L'auteur discute également la question du Tchad et du Bahr el Ghazal, mais il ne lui semble pas possible de conclure d'une façon positive ; les données certaines sont encore trop fragmentaires, et l'hypsométrie de la région trop peu connue.

C'est une opinion courante que le désert gagne de plus en plus vers le sud. Il importe de savoir ce que vaut une telle affirmation, car, si elle était démontrée, elle enlèverait toute raison d'être aux efforts considérables qui sont faits actuellement pour tirer parti de nos possessions soudanaises. Cette constatation peut être exacte si l'on ne considère qu'un petit nombre d'années, mais elle est controuvée si l'on embrasse une période assez longue. M. Chudeau nous prouve nettement

que la décadence évidente de certaines villes ne tient point à une sécheresse croissante, mais à des circonstances diverses d'ordre humain, dont certaines pourront être ou sont déjà modifiées (insécurité du pays, etc.). L'étude géologique montre, au contraire, qu'à une date relativement récente, le désert était bien plus étendu qu'il ne l'est maintenant; en effet, du Tchad à l'Atlantique s'étend une bande limitée au nord par le quinzième parallèle, dans laquelle abondent les *ergs morts*, les *dunes fossiles*, c'est-à-dire des dunes profondément altérées et recouvertes désormais par la végétation. Cette constatation est bien certainement l'une des plus importantes que nous ait procurées la Mission Chudeau.

Sous le titre général de « Quelques questions techniques », se trouvent groupées les observations concernant les roches, la latérite, les salines, les agents désertiques. Je n'ai malheureusement plus la place d'insister sur ces questions; je me borne à constater que l'auteur conteste l'importance qui a été souvent attribuée au vent comme agent d'érosion.

Le dernier chapitre, qui peut servir de conclusion à l'ouvrage, concerne le commerce saharien et transsaharien. Pour ce dernier, il faut tenir une juste mesure entre les exagérations en sens contraire. Néanmoins, l'évaluation que donne l'auteur (3 millions) est encore inférieure à celle de Foureau. Jamais un tel commerce ne pourrait alimenter un chemin de fer! M. Chudeau dit qu'il y aurait de quoi charger un train de marchandise chaque année! Le commerce saharien est plus considérable (sel, grains, etc.), mais encore plus difficile à évaluer. Quant à son avenir, il est évidemment bien faible.

Je n'ai pas la prétention d'avoir même indiqué tout ce qu'il y a d'intéressant dans l'ouvrage de M. Chudeau sur le Sahara soudanais; mais je serais heureux si j'avais pu engager quelques personnes à le lire. Je suis convaincu qu'en fermant l'ouvrage, elles applaudiront à la décision de l'Académie des Sciences, qui vient d'attribuer à l'auteur le prix Saintour.

D'ailleurs, la Société de Géographie avait déjà couronné, il y a deux ans, le hardi voyageur, le premier géologue professionnel qui ait traversé le Sahara.

Bis repetita placent! L. Pervinquière,
Chef des Travaux du Laboratoire de Géologie à la Sorbonne.

Bateson (W.), *Professeur de Biologie à l'Université de Cambridge.* — **Mendel's principles of Heredity.** — 1 *vol. in-8° de* 396 *pages avec figures et planches en couleur.* (*Prix* : 15 *fr.*) *Cambridge, University Press*, 1909.

Le but de ce livre, magnifiquement édité et illustré, et dont le fond est digne de la forme, est de donner un compte rendu succinct des découvertes sur l'Hérédité, faites depuis l'application de la méthode mendélienne de recherche. Depuis que les Mémoires de Mendel, si longtemps oubliés, ont été remis en lumière, les phénomènes de la transmission, jusque-là d'une irrégularité proverbiale, sont devenus d'une clarté et d'une simplicité inattendues, et le champ de travail qui a été ouvert, déjà riche en récoltes, l'est encore bien plus en promesses.

Bateson avait publié, en 1902, une traduction anglaise des Mémoires de Mendel, accompagnée d'un bref sommaire du mendélisme, destiné surtout à répondre aux attaques, injustifiées d'ailleurs et bien oubliées aujourd'hui, de Weldon, un des chefs de l'école biométrique. Depuis cette publication, un nombre considérable de faits nouveaux ont été acquis; des hypothèses provisoires, comme celle de la décomposition des caractères, ont pu être abandonnées, et ont été remplacées par des explications définitives; aussi le nouveau livre de Bateson vient bien à son heure, et permettra aux biologistes de se mettre facilement au courant de la question de l'Hérédité, qu'il est trop souvent pénible d'étudier dans les mémoires originaux, en raison des nomenclatures conventionnelles qui varient d'un auteur à l'autre. Le mendélisme intéresse aussi bien les systématistes qui recherchent les limites de la variabilité spécifique, que les morphologistes qui reconstruisent les phylogénies, les physiologistes qui étudient l'interaction des éléments du corps, les cytologistes qui veulent comprendre les phénomènes de la maturation, et plus encore les éleveurs praticiens qui doivent baser leurs opérations sur les propriétés des déterminants de caractères.

Le livre de Bateson est divisé en deux parties : dans la première, après avoir défini les règles de Mendel, dont la plus importante est la disjonction des déterminants lors de la formation des gamètes des hybrides, il passe en revue un grand nombre des travaux qui se sont succédé sur la question, de 1900 à 1908; il étudie en particulier les caractères composés (tels que les crêtes des Coqs, l'hétérostylisme des *Primula*, les fleurs de *Matthiola*), qui sont en rapport avec plusieurs paires de déterminants; puis l'hérédité des couleurs chez les Souris, Giroflées, Orchidées, Pigeons, Poules, *Primula*, etc.; puis les caractères couplés, dont l'expression somatique varie suivant le sexe du porteur ou des gamètes (Canaris, Poules soyeuses, cornes dans certaines races de Moutons, fleurs doubles de *Matthiola*, croisement de l'*Auraxas grossulariata* avec sa variété *lacticolor*, etc.).

Des chapitres spéciaux sont consacrés à l'Hérédité chez l'Homme (notamment pour la couleur des yeux et des cheveux, la brachydactylie et diverses affections, comme la cataracte présénile, la cécité nocturne, le daltonisme), à l'examen des cas qui ne suivent pas rigoureusement les règles de Mendel (irrégularité de dominance, anomalies numériques, fusion des caractères chez le mulâtre), aux conceptions théoriques sur les caractères-unités, tels qu'on est amené à les concevoir pour donner une explication adéquate aux faits expérimentaux.

La seconde partie comprend une notice biographique très détaillée sur Mendel, et la traduction de ses deux Mémoires sur le *Pisum* et sur l'*Hieracium*.

On voit, d'après ce résumé forcément très sec, l'intérêt considérable de ce livre, qui n'épuise cependant qu'une partie du sujet, puisque Bateson a laissé délibérément de côté ce qui n'était pas mendélien, c'est-à-dire les *Halbrassen* et *Mittelrassen* de De Vries, ce que j'ai appelé les mutations oscillantes, qui ne le cède pas en nombre aux mutations fixes. Il en parlera sans doute plus complètement dans un nouveau livre qu'il annonce sur la nature de la Variation et les changements que les travaux dérivés des idées mendéliennes ont apportés aux théories courantes de l'Evolution.

Comme il est naturel, les faits expérimentaux tiennent dans cet exposé la plus grande place, et la partie théorique est réduite au strict indispensable : Bateson admet l'existence, dans le plasma germinatif, de caractères-unités (ce que j'ai appelé des *déterminants*), séparables et indépendants; l'effet de ces caractères-unités est de produire dans les cellules somatiques certaines réactions, d'amener dans la peau, par exemple, la formation d'un chromogène, ou celle d'une tyrosinase, qui peuvent réagir l'un sur l'autre pour donner du pigment.

Peut-être ces déterminants correspondent-ils chacun à un chromosome, mais rien ne le démontre avec certitude; la séparation des déterminants homologues, chez les hybrides, se produit peut être au début de l'ovogénèse, lors de la réduction numérique. Bien que Bateson soit un partisan plus que tiède de la théorie chromosomienne de l'Hérédité, il reconnaît néanmoins qu'il y a un accord surprenant entre la manière d'être des chromosomes, révélée par les études des cytologistes, et ce que peuvent nous faire supposer les théories mendéliennes.

La dominance d'un déterminant sur son homologue récessif est considérée comme le résultat de la pré-

sence de quelque chose vis-à-vis de son absence : ainsi les graines rondes de Pois ou de Maïs doivent leur forme à la présence d'un facteur qui possède le pouvoir de transformer en amidon la majeure partie des réserves; si ce déterminant est absent, la réserve sucre reste telle, et la graine se ride (caractère dominé) en séchant. Un albinos est un organisme dans lequel manque un ferment responsable de la production du pigment. C'est une vue intéressante et originale, mais qui paraît difficilement applicable à la majeure partie des couples de déterminants, comme Bateson le reconnaît lui-même. La disjonction des déterminants ne se produit pas exclusivement dans les cellules sexuelles; elle peut s'opérer aussi lors de la division des cellules somatiques (variation par bourgeons chez les plantes).

L'atavisme est expliqué comme un retour à la somme totale des facteurs caractéristiques de quelque type ancien (c'est l'explication que j'ai donnée en 1904, indépendamment de Bateson), retour qui peut se produire par l'addition de facteurs qui existent isolément dans l'un et l'autre parents (atavisme par croisement, comme dans l'exemple classique du Pigeon de roche, obtenu par Darwin en croisant deux races très différentes).

Quant à l'influence du mendélisme sur les théories de l'Evolution, il n'y a rien dans les idées nouvelles qui aille à l'encontre de la doctrine darwinienne de la formation des espèces par préservation des races les plus favorisées, mais il est certain que la conception de la transformation graduelle de masses d'individus par l'accumulation de changements impalpables est inadmissible; la conservation de tous les caractères nouveaux, sans danger d'affaiblissement par croisement avec le type resté normal, permet de comprendre que des variations utiles sont toujours présentes quand elles deviennent indispensables, ce qui aidera peut-être à comprendre le phénomène, qui n'est peut-être qu'un épiphénomène, de l'Adaptation. Une bibliographie considérable, mais qui n'est cependant pas tout à fait complète, termine l'ouvrage; est-il utile de dire que les noms français y brillent par une absence presque complète?

L. Cuénot,
Professeur à la Faculté des Sciences de Nancy.

4° Sciences médicales

Harter (Dr André), *Préparateur d'Anatomie pathologique à la Faculté de Médecine de Nancy.* — **De la Blastomycose humaine.** (*Thèse de la Faculté de Médecine de Nancy.*) — 1 *vol. in*-8° *de* 222 *pages. Crépin-Leblond, Nancy*, 1909.

La question des Blastomycètes pathogènes, dont je signalais, dans le numéro du 30 août 1901 de cette *Revue*, l'intérêt et la complexité, a suscité, depuis cette époque, de nombreux travaux. Elle est loin pourtant d'être résolue. L'accumulation même des matériaux en rend la solution plus laborieuse, et les médecins à qui il importe de s'en faire une idée claire et précise, ont quelque peine à s'orienter dans ce dédale. On saura gré à M. Harter d'avoir fourni, dans sa thèse, un répertoire méthodique des observations classées sous le titre de *Blastomycose*.

Ce volumineux Mémoire contient un index bibliographique de 175 numéros. Ce n'est pas toutefois une simple compilation. L'auteur s'est vite aperçu que la blastomycose (n'aurait-il pas dit plus justement les blastomycoses?) présente des caractères pathologiques variés, et qu'elle est due à un ensemble hétérogène de Champignons unis moins par des affinités naturelles que par un mode commun de végétation. Il souhaite que chaque observateur étudie de son mieux chaque micro-organisme isolé, recherche les caractères morphologiques précis, étudie le mode de reproduction du parasite, et se place dans les mêmes conditions que ses devanciers.

M. Harter donne l'exemple de la méthode qu'il préconise. Il consacre à un cas de blastomycose généralisée, terminée par la mort, la première partie, divisée en sept chapitres : 1. Observation clinique, 2. Autopsie, 3. Interprétation de certains faits cliniques par les lésions trouvées à l'autopsie, 4. Etude des frottis, des cultures et des inoculations faites avec le matériel provenant de l'autopsie. — Examen histologique, 5. Caractères morphologiques du Blastomycète, 6. Caractères cytologiques, 7. Etude expérimentale.

Après avoir mentionné, dans la deuxième partie, diverses observations de blastomycoses, localisées ou généralisées, il consacre la troisième partie à une étude générale, dans laquelle il critique les données antérieures à la lumière de sa propre expérience. Il arrive ainsi à fournir d'utiles indications pour le diagnostic différentiel entre la blastomycose, les mycoses différentes, la tuberculose, etc. Il termine par un parallèle entre la blastomycose et le granulome coccidioïdal.

Cette monographie sérieuse, illustrée de six planches, sera consultée avec fruit.

P. Vuillemin,
Professeur à la Faculté de Médecine de l'Université de Nancy.

Drs Baraduc (de Châtel-Guyon), **Félix Bernard** (de Plombières), **M. E. Binet** (de Vichy), **Cottet** (d'Evian), **Furet** (de Brides-Salins), **Piatot** (de Bourbon-Lancy), **Sersiron** (de la Bourboule), **Simon** (d'Uriage), **Tardif** (du Mont-Dore). — **Clinique hydrologique.** — 1 *vol. in*-8° *de* 636 *pages, avec index analytique et alphabétique. Masson et Cie, éditeurs. Paris*, 1909.

Ce volume, dû, comme on voit, à la collaboration étroite d'hydrothérapeutes réputés, est d'essence rigoureusement clinique. Les acquisitions, même les plus récentes, de la Chimie physique (cryoscopie, ionisation, radio-activité, état colloïdal), si suggestives qu'elles soient, nous laissent pressentir bien plus qu'elles ne nous révèlent le secret de l'action des cures hydro-minérales. A l'heure actuelle, le seul réactif intéressant et sûr pour le médecin est le réactif clinique, le malade. C'est en observant à la lumière de la physiologie les réactions du malade au contact de la médication hydrominérale que les auteurs se sont efforcés « de reconnaître *ces affinités électives* que la nature « a établies entre les états morbides et les eaux, et « auxquelles correspondent autant d'*indications cliniques* ».

Les deux premiers chapitres rappellent brièvement, mais clairement, les généralités préalables, physico-chimiques et cliniques, indispensables à l'exposé de l'hydrothérapie. Adoptant ensuite un plan rigoureusement concret et parfaitement clinique, les auteurs, renversant l'ordre habituellement suivi, partent du malade pour remonter à la station indiquée et font, à l'occasion de chaque espèce clinique, l'inventaire raisonné des ressources que la thérapeutique hydrominérale met à la disposition du médecin. Ils passent ainsi successivement en revue les indications hydrologiques essentielles relatives aux rhumatisants, aux neuro-arthritiques, aux goutteux, aux diabétiques, aux obèses, aux rachitiques, aux scrofuleux, aux lymphatiques, aux anémiques, aux chloroliques, aux paludéens, aux pneumopathes, aux cardiopathes, aux dyspeptiques, aux entéropathes, aux hépatiques, aux urinaires, aux génitaux, aux névropathes, aux syphilitiques.

Se contrôlant les uns les autres, les collaborateurs ont parfaitement réagi contre la tendance invincible qu'isolé aurait eu chacun d'eux d'étendre indûment les indications de la station où il a longtemps pratiqué.

Comme forme et comme fond, aucune œuvre hydrologique française ne nous paraît actuellement comparable à cet ouvrage.

Dr Alfred Martinet,
Ancien interne des Hôpitaux de Paris.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 15 Novembre 1909.

1° Sciences mathématiques. — M. G. **Darboux** démontre la proposition suivante : « Si l'on a déterminé une première famille de surfaces admettant comme normales toutes les droites d'un complexe, on saura déterminer toutes les surfaces dont les normales sont les droites du complexe », et il la relie à quelques autres, relatives aux congruences de courbes. — M. N.-E. **Nörlund** présente ses recherches sur les équations aux différences finies. — M. G.-A. **Miller** a étudié les groupes engendrés par deux opérateurs dont chacun transforme le carré de l'autre en sens inverse. — M. **Idrac** a observé la planète Mars pendant la dernière opposition, à l'Observatoire de Meudon, et en a pris également quelques photographies. Des détails qui sont invisibles ou peu visibles pour l'œil apparaissent nettement avec la plaque photographique ordinaire, sensible seulement aux rayons du bleu à l'ultra-violet. — M. E.-M. **Antoniadi** a dressé une carte de la planète Mars d'après des observations faites récemment à l'Observatoire de Meudon. Celles-ci ne confirment pas l'existence d'un réseau géométrique de lignes droites, s'entrecroisant dans tous les sens. — MM. A. de La Baume-Pluvinel et F. **Baldet** ont pris des photographies de la planète Mars avec l'équatorial de la Station du Pic du Midi. Presque tous les détails observés à la lunette peuvent s'identifier sur les clichés. — M. A. **Angot** signale l'enregistrement, au Parc Saint-Maur, le 10 novembre, d'une perturbation microsismique de grande importance, dont l'épicentre serait distant de 8.700 kilomètres.

2° Sciences physiques. — M. **Audouin** présente les observations magnétiques faites par la Mission Tilho dans l'Afrique centrale. — M. **de Beauchamp** signale que le barrage électrique de la Vienne, constitué par une série de paragrêles formés de lames de cuivre élevées aboutissant à des nappes d'eau, a parfaitement fonctionné pendant l'année 1909. — M. G. **Gouy** montre que l'effet global de l'électrisation sur la tension de vapeur d'un liquide, qui est en général une augmentation, se décompose en deux effets : l'un, dû à la charge, qui est une diminution ; l'autre, dû à la polarisation diélectrique, qui est une augmentation. — M. A. **Grumbach** a reconnu qu'un corps soluble non conducteur peut modifier l'électrisation de contact à la surface de séparation d'un électrolyte et d'une paroi non conductrice. — M. V. **Karpen** propose d'employer pour la transmission, en téléphonie ordinaire, des ondes régulièrement entretenues, de fréquence déterminée et unique, produites soit par l'arc chantant, soit par des alternateurs de haute fréquence. Cela permettrait d'augmenter la distance et de réaliser la téléphonie multiple. — M. A. **Léauté** a constaté que des décharges oscillantes de grande fréquence très brusques peuvent produire sur des fils métalliques des effets destructifs considérables, alors même que leur énergie est faible. — M. G. **de Moncetz** donne la formule d'un sensibilisateur chromatique pour le rouge extrême et le commencement de l'infra-rouge, contenant du bleu d'alizarine bisulfité, de la nigrosine B, du pinacyanol, AzH^3 et de l'alcool. — M. P. **Gaubert** a obtenu par addition d'acide phtalique hydraté à une vieille solution aqueuse de physostigmine un corps dont la belle fluorescence rouge dépasse celle de toutes les substances connues. — M. G. **Meslin** a obtenu, en mettant en suspension des cristaux de sidérose dans CS^2 ou dans l'aniline, des liqueurs mixtes douées d'un dichroïsme magnétique bien supérieur à celui des autres liqueurs. — M. W. **Broniewski** a déterminé les courbes de conductivité, du coefficient de température de la résistance et de force électromotrice de dissolution des alliages aluminium-cuivre, qui le conduisent à admettre l'existence de quatre composés Al^2Cu, $AlCu$, Al^2Cu^3 et $AlCu^3$. — M. A. **Buguet** a déterminé les points de congélation de mélanges variés de corps organiques, ce qui lui a permis d'établir la formation de composés d'addition. — M. **de Forcrand**, en évaporant au bain-marie des dissolutions étendues de bicarbonates alcalins, a obtenu des cristaux répondant aux formules : $5\,(K^2CO^3 + 1{,}5H^2O) + 4\,KHCO^3$; $3\,(Rb^2CO^3 + 1{,}5\,H^2O + 2\,RbHCO^3$; $5(Cs^2CO^3 + 3{,}5\,H^2O) + 2\,CsHCO^3$; $5\,(Cs^2CO^3 + 2\,H^2O) + 2\,CsHCO^3$. Il a pu reproduire les mêmes composés en partant de dissolutions étendues de carbonates neutres. — M. H. **Baubigny** a constaté que, dans la décomposition du sulfite d'argent en solution par la chaleur, 89,84 °/o du sulfite donnent du dithionate et 10,16 °/o du sulfate. La lumière a les mêmes effets que la chaleur. — M. V. **Auger** montre qu'un composé quelconque de formule $SnBr^aI^{4-a}$ se comporte à la fusion comme un mélange ; par un léger refroidissement, il se dépose des cristaux dont la composition n'est pas celle de la masse fondue. — M. P.-J. **Tarbouriech**, en déshydratant l'oxycyclohexyldiméthylcarbinol, a obtenu un hydrocarbure C^9H^{16}, Eb. 76° sous 19 millimètres, et une cétone $C^9H^{16}O$, donnant deux oximes isomères, F. 83° et F. 45°. — M. F. **Grandjean** a constaté que les zéolithes déshydratées absorbent facilement AzH^3, I, S, Hg, $HgCl^2$. Ces substances s'orientent sur le réseau des cristaux et interviennent dans les propriétés optiques du mélange homogène. — M. Ed. **Heckel** a observé que les plantes à coumarine, sous l'influence des anesthésiques ou du gel, dégagent très rapidement l'odeur de ce corps. Ce phénomène est accompagné de plasmolyse.

3° Sciences naturelles. — M. L. **Lapicque** propose une nouvelle théorie de l'excitation électrique, où intervient non seulement la perturbation au voisinage de la membrane cellulaire, mais encore son retentissement par diffusion à distance de la membrane. — MM. R. **Anthony** et W. B. **Pietkiewicz** montrent que le muscle crotaphyte joue un rôle essentiel dans la production de la crête sagittale qui caractérise le crâne de certains animaux à muscles masticateurs puissants, dans le modelage et l'écartement du zygome, dans le modelage de la mandibule, dans l'évolution de l'encéphale par la pression qu'il exerce sur la boîte cranienne. — M. A. **Gruvel** a reconnu que les conditions biologiques particulièrement favorables (température de l'air et des eaux, abondance de nourriture dans les fonds comme à la surface) ont permis le développement, sur les côtes de Mauritanie, d'une faune marine intéressante autant par la diversité des espèces que par le nombre des individus. — M Ed. **Heckel** a constaté que les tubercules mutés de *Solanum maglia* appartenant à la quatrième génération, récoltée cette année, se sont parfaitement maintenus et se confondent de plus en plus avec les formes connues de *S. tuberosum* cultivé. Toutefois, on observe de nombreuses variations de forme et de coloris des tubercules. — M. F. **Guéguen** a observé la formation de véritables sclérotes chez le *Mucor sphærosporus*, à la suite du cloisonnement du thalle en articles multipliés. — MM. A. **Trillat** et **Sauton** ont reconnu que l'action des gaz putrides provenant de la putréfaction animale et végétale et de la respiration sur la vitalité des levures consiste dans une accélé-

ration du développement à faibles doses et dans un retard à haute dose ou lorsque l'action est prolongée. — M. **Baudran** a observé que le bacille tuberculeux cultivé sur un milieu au fer est fortement altéré et atténué; sur un milieu au manganèse, il est également altéré, mais les animaux injectés succombent très rapidement. — M. **Deprat** a déterminé un grand nombre d'échantillons de roches recueillis au Tonkin, ce qui lui permet d'établir l'existence dans ce pays d'une série de formations éruptives et métamorphiques, avec grande fréquence des types de laminage.

Séance du 22 Novembre 1909.

M. **Eug. Simon** est élu Correspondant pour la Section d'Anatomie et Zoologie.

1° Sciences mathématiques. — M. **G. Darboux** poursuit ses recherches sur les congruences de courbes et sur les surfaces normales aux droites d'un complexe. — M. **J. Haag** recherche si l'on peut trouver deux familles de Lamé composées des mêmes surfaces placées dans des positions différentes et donne plusieurs théorèmes sur ce sujet. — M. **S. Carrus** présente quelques remarques sur l'intégration des équations aux dérivées partielles d'un ordre quelconque, mais linéaires par rapport aux dérivées d'ordre le plus élevé. — M. **M. Riesz** communique ses recherches sur les séries de Dirichlet et les séries entières. — M. **Borrelly** adresse ses observations de la comète de Halley faites au chercheur de comètes de l'Observatoire de Marseille.

2° Sciences physiques. — M. **Lecoq de Boisbaudran** communique ses observations sur diverses bandes des spectres du baryum et de l'aluminium, d'où il résulte que ces bandes dérivent de fortes raies qu'on observe à haute température. Les moyennes proportionnelles des bords droits des bandes concordent avec celles des raies. — M. **A. Dufour** a retrouvé, pour les bandes à arêtes dégradées des vapeurs de fluorure de calcium, des dissymétries d'intensités de quelques composantes magnétiques; dans certains cas, on constate une dissymétrie de netteté entre les composantes circulaires de sens différents, dissymétrie liée au sens du champ magnétique. Les doublets magnétiques fournis par les arêtes de la plupart de ces bandes admettent l'arête génératrice comme axe de symétrie de positions, sauf dans un cas. — M. **E. Caudrelier** expose une théorie, relative à l'étincelle de décharge des inducteurs, consistant à faire jouer aux électrodes le rôle d'un condensateur percé, qui pourrait tout à la fois accumuler des masses d'électricité sur des armatures et livrer partiellement passage au courant. — M. **G. Claude** propose, pour dessécher l'air destiné à être liquéfié, de lui ajouter une quantité d'alcool à peu près égale à celle de l'eau qu'il renferme : ce dernier entraîne sous la forme liquide, au cours du refroidissement, la totalité de l'eau. — M. **B Szilard** présente un appareil destiné aux mesures radio-actives, basé sur le principe de l'électroscope, mais dans lequel le système indicateur (feuilles d'or) est remplacé par un index rigide. — MM. **de Broglie** et **Brizard** confirment le fait que le bouleversement moléculaire dû à une réaction chimique, quand il n'entraîne pas de phénomènes tels que : haute température, barbotage, etc., n'a pas tendance par lui-même à produire l'ionisation du gaz environnant — M. **J. Meunier** a recherché les conditions nécessaires pour que le platine se maintienne incandescent dans l'intérieur d'un brûleur Bunsen : il faut qu'il soit recouvert d'une trace de substances salines. — M **H. Dautriche** a étudié le fonctionnement des explosifs de sûreté au nitrate d'ammoniaque en présence du charbon, du papier et de la paraffine. L'oxygène que ces explosifs dégage brûle le poussier de charbon en formant CO. En ce qui concerne la paraffine, la combustion augmente avec le diamètre des cartouches — MM. **A. Guyot** et **A. Gry**, en condensant avec le gaïacol un éther mésoxalique ou $\alpha\beta$-dicétonique quelconque, ont obtenu des éthers *p*-oxy-*m*-méthoxyphényl-tartroniques ou glycoliques, qui se transforment quantitativement en acide vanilloylcarbonique par oxydation. Ce dernier, par catalyse à chaud avec la diméthyl-*p*-toluidine, se dédouble en vanilline et CO^2. — M. **M. Guerbet** a isolé, des produits huileux provenant de la réaction de Montgollier sur le camphre, le bornylènecamphre $C^{20}H^{30}O$, F. 93°, $[\alpha]_D = +69°,2$, et le bornylcamphre, F. 77°,5. — MM. **A. Goris** et **M. Mascré** ont retiré de la *Primula officinalis* deux glucosides : la primevérine, F. 172°-173°, $[\alpha]_D = -60°,24$, et la primulavérine, F. 160°-161°, $[\alpha]_D = -66°,86$, et un ferment qui les dédouble, la primevérase. — M. **C. Gerber** a constaté que l'existence de présures est un fait général chez les Basidiomycetes; ces présures sont oxyphiles et calciphiles.

3° Sciences naturelles. — M. **Marage**, en faisant agir un très faible courant électrique sur des larynx enlevés à des chiens immédiatement après leur mort, est parvenu à faire contracter les différents muscles; si, à ce moment, on fait passer un courant d'air sous une pression voisine de 200 millimètres, le larynx se met à aboyer comme si le chien était vivant. Pour l'auteur, le larynx a une influence prépondérante dans la formation des voyelles; la cavité buccale ne sert qu'à les renforcer ou à les transformer. — M. **Y. Delage** a reconnu que les charges électriques et le courant électrique, si l'on écarte ses effets électrolytiques, ne sont pas des agents de parthénogénèse. L'électrolyse est un agent faible, par les acides et alcalis dont elle détermine la formation. De minimes quantités de sels métalliques, le formol, l'alun, sont des agents très actifs; l'hydrate de fer colloïdal à doses presque infinitésimales est assez actif. — M. **L. Bull** a étudié par la chronophotographie le vol de l'Agrion. Les trajectoires des ailes constituent une figure en forme de 8. Le corps de l'insecte décrit au départ un trajet sinueux dont les portions ascendantes correspondent aux phases d'abaissement des ailes et les portions descendantes à celles de leur relèvement. — M. **J. Comandon** est parvenu à cinématographier, à l'ultra-microscope, des microbes vivants et des granulations mobiles du sang; ces vues cinématographiques permettent de faire des numérations d'éléments, impossibles à l'observation directe. — M. **E. L. Trouessart** a reçu de la Chine occidentale un représentant nouveau de la famille des Hérissons, mais qui en diffère par ses formes légères et son pelage dépourvu de piquants. Il se rapproche de formes tertiaires et l'auteur le nomme *Neotetracus sinensis*. — M. **Baudran** a extrait du corps des bacilles de Koch une endotoxine tuberculeuse de nature albumosique. — M. **H. Lecomte** estime qu'il y a lieu de rétablir la signification primitive des termes pédoncule et pédicelle; chez un très grand nombre de plantes phanérogamiques angiospermes, le pédicelle porte une articulation, qui marque le lieu d'origine véritable des parties de la fleur, et dont toute étude doit tenir compte. — M. **A. Lacroix** signale l'existence, dans les pegmatites de Madagascar, de la *rhodizite*, boroaluminate de glucine et d'alcalis : $6B^2O^3$. $3Al^2O^3$. $4GlO$. $4(Li, K, Na, H)^2O$. — M. **J. Boussac** a étudié le Nummulitique des Alpes orientales. Il distingue, dans la nappe de Bavière, deux zones sédimentaires : une zone septentrionale, où le Priabonien ou l'Oligocène sont transgressifs, et une zone méridionale où la série débute par le Lutécien.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 16 Novembre 1909.

M. le Président annonce le décès de M. **Jacquemin**, associé national.

M. **Le Dentu** présente une observation de tumeur inflammatoire du ventre, située sur le côlon transverse, sans obstruction aiguë ou chronique, simulant une tumeur cancéreuse. Le malade, traité par le repos absolu au lit, les larges cataplasmes tièdes ou la glace, e

aussi par les laxatifs, avec une alimentation légère, se remit progressivement, après plusieurs rechutes. Il mourut ultérieurement à la suite d'accidents d'urémie chronique. — M. E. Delorme présente quelques remarques sur la *prophylaxie de la fièvre typhoïde*. Endémique et épidémique surtout dans les villes du midi de la France, la fièvre typhoïde fait subir à la population civile et militaire des pertes cruelles, regrettables et évitables. Dans la genèse des endémies et des épidémies typhoïdiques, l'influence des porteurs chroniques, latents ou sains, de bacilles est minime. La cause la plus immédiate de cette endémo-épidémicité réside dans la pollution de l'eau de boisson. L'Académie doit demander aux Pouvoirs publics qu'en raison des dangers qu'elles font courir à leurs habitants les villes de Marseille, Toulon, Aix, Avignon, Alais, Nice, Nîmes, Montpellier, Béziers, Carcassonne, Castres, Narbonne, Perpignan, Pau, puis Lunéville dans l'Est, Brest et Lorient dans l'Ouest, soient mises en demeure : 1° d'inscrire en toute première ligne dans leur budget et de commencer à très bref délai l'exécution des travaux destinés à assurer à leur eau d'alimentation un degré de pureté satisfaisant aux exigences actuelles de l'hygiène; 2° de poursuivre vis-à-vis des fosses d'aisance et des puits les améliorations réclamées par la loi sur la santé publique, d'installer des égouts et d'améliorer la voirie.

Séance du 23 Novembre 1909.

M. E. Metchnikoff présente ses recherches sur les diarrhées des nourrissons. Il a reconnu, par l'examen des déjections et l'expérimentation sur le singe et le lapin, que c'est le *Bacillus proteus*, généralement inoffensif pour les adultes, qui joue le rôle pathogène dans les diarrhées infantiles. Il ne se rencontre que rarement dans le lait cru. Mais il se trouve à la surface des raisins, des radis, de la salade, des fromages mous. Consommés sans être préalablement désinfectés, ces aliments introduisent dans le tube digestif des personnes qui les mangent des quantités de *Bacillus proteus*. Le contact prolongé de ces personnes avec les nourrissons suffit pour contaminer ceux-ci avec le microbe malfaisant.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 13 Novembre 1909.

M. Cl. Gautier décrit un mode d'application de la réaction d'Ehrmann à la mise en évidence de l'adrénaline dans les surrénales de la grenouille. — M. F. de Gasperi, au cours de recherches sur la putréfaction de la pintade, a isolé trois microbes anaérobies nouveaux : le *Bacillus parabifermentans sporogenes*, attaquant à la fois les albuminoïdes et les hydrates de carbone; le *Coccobacillus saccharolyticus*, attaquant les hydrates de carbone et les peptones, et le *B. saccharofermentans*, ne fermentant que les sucres. — MM. E. Gaucher, E. Joltrain et L. Brin ont appliqué le séro-diagnostic à la recherche du mycosis fongoïde, en se servant d'un antigène obtenu par extraction à l'alcool de la poudre de tumeur mycosique broyée et séchée. La réaction a été très nette dans plusieurs cas d'affections mycosiques, nulle dans les autres affections. — MM. P. Ancel et P. Bouin estiment que la glande interstitielle de l'ovaire des Mammifères à ovulation non spontanée et les corps jaunes périodiques des Mammifères à ovulation spontanée sont des formations homologues, correspondant à la glande interstitielle du testicule chez le mâle. Le corps jaune gestatif existe chez tous les Mammifères femelles et n'a pas de représentant chez le mâle. — MM. Chauffard, Boidin et Laroche ont provoqué de l'anaphylaxie chez le cobaye par l'injection de liquide hydatique. Les animaux anaphylactisés, réinjectés sept jours plus tard par voie intracérébrale, n'ont plus réagi. — MM. Worms et Pigache montrent que la thyroïdectomie détermine des lésions profondes de dégénérescence du thymus : atrophie précédée par une phase de congestion de courte durée. — MM. Ch. Achard et H. Bénard ont constaté que, chez les sujets morphinomanes ou simplement morphinisés, les globules blancs deviennent plus tolérants *in vitro* pour le poison; c'est le contraire qui a lieu chez les tuberculeux. On peut baser sur ces faits un leuco-diagnostic. — M. J. Nageotte présente un nouveau microtome universel et un appareil à congélation pour les grandes coupes. — MM. L. Babonneix et P. Harvier ont examiné la moelle d'un chat mort de tétanie aiguë; ils ont observé des lésions cellulaires des cellules cordonnales principalement, et aussi radiculaires, la dégénérescence des faisceaux radiculaires et racines antérieurs, puis des cordons antéro-latéraux. — M. D. Jacobson recherche le bacille de Koch dans les crachats en les traitant par l'antiformine, qui dissout tous les autres éléments, puis par la ligroïne, qui réunit tous les bacilles de Koch. — M. G. Bohn montre qu'une modification de forme ou de position de la cellule suffit à détruire son équilibre chimique et à provoquer des phénomènes de sensibilisation, d'ailleurs transitoires, suivis d'une phase de désensibilisation. — MM. A. Gilbert et E. Chabrol, en réalisant expérimentalement l'hypertension portale, ont reproduit diverses variétés de pancréatites. L'hyperémie soudaine provoque l'infarctus associé à la stéatonécrose; la congestion passive favorise, au contraire, le développement de la sclérose. — M. J. Georgevitch a observé le développement du *Crithidia simuliæ* chez les simulies; il a trouvé d'abord des formes en anneau, ressemblant aux piroplasmes, passant à des formes rondes, qui correspondraient aux *Leishmania*, pour aboutir aux stades grégariniens de Léger. — M. M. Mirande signale la présence de nématocécidies, dues à l'*Heterodera radicicola*, chez deux plantes nouvelles : le *Rhinanthus major* et l'*Odontites rubra*. — MM. A. Gilbert et M. Villaret ont reconnu que l'artère hépatique ne limite pas son domaine à l'arbre biliaire, du moins chez le chien; il semble qu'elle envoie du sang oxygéné à la périphérie du lobule et contribue à fournir le réseau nutritif du système sus-hépatique. — M. F. Guéguen a étudié le développement des chlamydospores du *Mucor sphaerosporus* Hagem et leur structure en milieu fixe et en milieu agité. — M. Ch.-A. François-Franck décrit un procédé d'évaluation de la pression minima et de la pression maxima avec la sphygmomanométrie radiale localisée. — MM. A. Calmette et L. Massol ont constaté que la quantité d'alexine fixée dans la réaction de Bordet-Gengou est sensiblement proportionnelle aux quantités d'antigène et d'anticorps mis en présence; pour affirmer qu'un sérum ne contient pas d'anticorps, il faut l'essayer en présence de doses variables d'alexine. Lorsque la quantité d'anticorps est en excès sur l'antigène, il n'y a plus de fixation; l'excès d'antigène n'est pas aussi redoutable que l'excès d'anticorps. — M. F. Bezançon et H. de Serbonnes ont étudié le pouvoir antagoniste du sérum normal vis-à-vis de l'hémolyse; ils montrent qu'il est soumis à l'influence de divers facteurs, comme la durée du temps de contact et la teneur du mélange en eau physiologique.

Séance du 20 Novembre 1909.

M. Cl. Gautier a observé que les tissus de la surrénale de la grenouille ou les extraits de cet organe donnent la réaction d'Ehrmann, preuve de la présence de l'adrénaline. — MM. P. Aubert, P. Cantaloube et E. Thibault signalent une épidémie de fièvre de Malte, ayant sévi sur la commune de Saint-Martial (Gard) et ayant entraîné 6 décès sur 106 cas observés. Elle paraît provenir de la consommation du lait de chèvres infectées par le *Micrococcus melitensis*. — M. F. Vles présente un nouveau système de micromètre oculaire à vernier intérieur. — M. A. Guillemard a constaté que les bactéries offrent une résistance très variable à la pression osmotique, depuis le *B. Megatherium*, sensible à 0,7 mol. Na Cl, jusqu'au *Staphylococcus*, végétant encore avec 3,5 mol. Par ce caractère, l'auteur à

pu différencier le *B. Friedlanderi* du *B. lactis aerogenes*, considérés comme identiques par Grimbert et Legros. — M. J. Georgévitch a étudié le système digestif du *Simulium columbaecensis* ; cette mouche semble sucer et piquer les animaux de la même manière que les *Anopheles*. — M. J. Nageotte indique une nouvelle méthode de coloration de la myéline, sans chromage préalable, dans les coupes grandes et petites du cerveau obtenues par congélation. — M. Laignel-Lavastine a observé, après la mort, dans les fosses nasales la température de 53°, et dans le rectum des températures de 50°, 55° et 59°. MM. M. Doyon et Cl. Gautier ont reconnu que l'extrait de gui, injecté brusquement à haute dose dans les veines, provoque l'incoagulabilité du sang; l'action est passagère; il se produit en même temps un état de pseudo-narcose. *In vitro*, l'extrait de gui est sans action sur la coagulation. — MM. F. Bezançon et H. de Serbonnes ont constaté que la réaction de fixation est très irrégulière dans la tuberculose; on ne peut guère se fier à la plus ou moins grande netteté de ces réactions pour porter un pronostic favorable. — M. J. Carougeau a isolé des nodosités juxta-articulaires d'une Malgache un parasite qui paraît rentrer dans le genre *Discomyces*; les essais de culture ont été sans résultat et les inoculations négatives. — MM. Chevrier, R. Bernard et Sorrel ont observé chez neuf malades une forme fruste de l'ictère post-choloroformique, caractérisée par une cholémie post-chloroformique constante, intense et précoce.

RÉUNION BIOLOGIQUE DE BORDEAUX

Séance du 9 Novembre 1909.

M. R. Brandeis a observé chez un enfant de cinq ans et demi une tumeur de la région carotidienne, caractérisée par une transformation myéloïde aleucémique des ganglions cervicaux. — MM. Ch. Mongour et R. Brandeis ont observé un liquide céphalo-rachidien clair à la période pré-agonique d'une méningite cérébro-spinale à méningocoques à longue évolution, — MM. A. Lancien et L. Thomas ont constaté, sur une trentaine de végétaux divers, que les plantes ne contiennent ni sels actifs, ni émanation en solution dans leur suc cellulaire.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE FRANCE

Séance du 12 Novembre 1909.

M. V. Auger a étudié deux modes de préparation du gaz HI, proposés par Mène et par Gladstone, et qui consistent à faire réagir à douce température l'iode sur le sullite ou l'hyposullite de sodium cristallisés. Il montre qu'aucun de ces procédés n'est susceptible de fournir le gaz HI, et qu'ils doivent être éliminés des traités de Chimie minérale. Après avoir étudié le procédé indiqué en 1890 par Lepsius, il donne comme proportions convenables, pour obtenir le gaz HI, 2 mol. PO^4H^3 crist. + 1 mol. IK en chauffant progressivement jusque vers 250°. Pour obtenir une solution à 56 °/₀ de HI, on peut chauffer 2 mol. de PO^4H^3 aqueux à 60° B. avec 1 mol. KI. Les rendements dans les deux cas sont très voisins de la théorie. — M. Ch. Moureu signale que l'iodure d'ammonium commercial renferme parfois du sulfate, et que ce dernier est réduit en sulfure sous l'influence de l'acide iodhydrique; c'est ce qui a lieu lorsqu'on emploie de l'iodure impur dans la détermination des groupes méthylaminés par la méthode de Zeisel. — M. M. Delépine a préparé des iridodisulfates de potassium, de sodium, de thallium et de baryum. Comme pour les sels ammoniacaux, il y a des sels rouge-brun et des sels verts; les premiers se forment en milieu alcalin, les seconds en milieu acide ou bien jusqu'à concurrence d'une certaine dose de base. Les sels de potassium ont fourni la série :

$$H^2O\,H_2O\,Ir\,SO^4{}^2K_2\,H^2O\,\ldots\,K^3/3H^2\,,$$
$$K^3/3(AzH^4)^1/6H^2O^2;\,\ldots\,K^5/3H^1/3;$$
$$K^2\ \text{et}\ Ir\,OH,^2\,SO^4,^2\,K^7/3H^2/3,$$

qui montre combien sont compliquées les formules de ces sels. Le passage des sels bruns aux sels verts par action des acides et inversement des sels verts aux bruns par action des bases est un véritable phénomène de tautomérie minérale dû au changement de -$(H^2O)OH$ en -$(HO)^2H$ acide. — M. L. Maillard expose quelques remarques au sujet d'une note toute récente de MM. A. Wahl et P. Bagard, qui ont réalisé une nouvelle synthèse de l'indirubine en condensant le chlorure d'isatine avec l'oxindol : ils en déduisent que l'indirubine possède bien la constitution de l'indogénide β de Baeyer. Cette conclusion des auteurs est inattaquable, si l'on admet comme certain que le noyau pyrrolique, lors de la formation des colorants indigotiques, ne saurait subir de transpositions avec passage de la substitution α à la substitution β. Or, des faits observés autrefois par M. Maillard seraient de nature à ébranler cette confiance en la fixité de la structure oxindolique : la constitution de l'indirubine ne paraît pas définitivement démontrée, malgré l'intéressante synthèse de MM. Wahl et Bagard.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

Séance du 24 Juin 1909 (fin).

M. R. D. Kleeman communique une série d'expériences destinées à montrer si les rayons γ secondaires sont polarisés; le résultat semble être nettement positif, mais l'auteur désire confirmer par d'autres méthodes ces recherches préliminaires. — M. A. D. Waller a déterminé le pouvoir comparatif de l'alcool, de l'éther et du chloroforme d'après leur action sur le muscle isolé, en l'espèce le muscle sartorius de la grenouille. Voici quelles sont les quantités physiologiquement équivalentes de ces trois corps :

	EN MOLÉCULES	EN POIDS	EN VOLUME
Alcool	100	100	100
Ether.	12	19,3	21,3
Chloroforme . . .	1	2,6	1,4

— M. C. H. Martin et Mlle M. Robertson ont étudié les formes parasites qu'on trouve dans l'intestin de la poule; ils décrivent : 1° une forme identique au *Trypanosoma eberthi* Kent, caractérisée par un corps plutôt allongé, une membrane ondulante bien marquée, le long du bord de laquelle court un flagellum partant de l'extrémité antérieure de l'animal pour se terminer librement à l'extrémité postérieure; 2° une forme *Trichomonas*, plus massive que la précédente et s'en distinguant par trois longs flagelles partant de l'extrémité antérieure; 3° une forme *Monocercomonas*, ressemblant grossièrement à un œuf, avec un cytostome bien marqué, au voisinage duquel partent quatre longs flagelles. Les auteurs ont observé d'autres formes de transition et ils sont enclins à supposer que les trois formes dérivent les unes des autres.

Communications reçues pendant les vacances (suite).

M. W. A. Osborne : *L'élasticité des ballons de caoutchouc et des viscères creux.* L'auteur arrive aux conclusions suivantes : 1° Quand un ballon en caoutchouc présente de la rigidité initiale, la pression pendant le gonflement augmente rapidement d'abord, puis diminue et tend à rester constante jusqu'à ce que la limite élastique soit atteinte; 2° Au dégonflement, un tel ballon montre une hystérèse marquée; rarement la pression augmente au dégonflement; 3° Si on abolit la rigidité initiale en gardant le ballon gonflé pendant quelque temps, puis en le dégonflant rapidement, lors d'un nouveau gonflement la pression s'élève conformément à la règle suivante : si l'on porte en coordonnées la pression et le rayon, on obtient une hyperbole rectangulaire, satisfaisant à l'équation : $(r-a)(p-b) = c$, où a est voisin comme ordre de grandeur du rayon initial et b est une constante plus grande que p. La

façon de se comporter d'un tel ballon est très éloignée de celle d'une sphère en matière parfaitement élastique et isotrope; 4° Quand la limite élastique est atteinte dans un ballon de caoutchouc, la pression est une fonction linéaire du volume; 5° Un viscère creux à peu près sphérique, tel que la vessie, ne montre pas de rigidité initiale et ne donne jamais de chute de pression quand son volume s'accroît. Quand la limite élastique est atteinte, la pression n'est pas une fonction linéaire du volume; 6° Pour la vessie d'un gros chien, on a trouvé que l'équation $(v-a)(p-b)=c$ est satisfaite; dans ce cas, a est pratiquemunt nul; mais, comme pour le ballon de caoutchouc, la façon dont elle se comporte n'est pas celle d'une substance parfaitement élastique et isotrope. — M. W. J. Young a étudié *le phosphate d'hexose formé par le suc de levure aux dépens de l'hexose et du phosphate.* Voici ses conclusions : 1° Le composé formé pendant la fermentation accélérée du glucose, du fructose et du mannose par le suc de levure, en présence d'un phosphate soluble, est le sel d'un acide qui possède probablement la formule $C^6H^{10}O^4(PO^4H^2)^2$ et qui peut être isolé par précipitation de son sel de plomb; 2° L'acide libre s'obtient en solution en décomposant ce sel de plomb par H^2S; 3° Cet acide est très instable et se décompose rapidement avec le temps, ou lorsqu'on l'évapore, même à température ordinaire, dans le vide ou sur l'acide sulfurique, en donnant une substance réductrice et de l'acide phosphorique; 4° Il réduit la solution de Fehling après quelques heures à froid, rapidement à chaud; il ne donne ni osazones, ni hydrazones; 5° On n'a noté aucune différence entre les acides hexosephosphoriques ou leurs sels, qu'ils dérivent du glucose, du fructose ou du mannose; 6° En hydrolysant l'acide par ébullition, de l'acide phosphorique est mis en liberté et il se forme du fructose. On n'a pu identifier aucun autre hexose, mais la solution, après hydrolyse, est toujours moins lévogyre qu'une solution de fructose pur de même pouvoir réducteur; 7° L'auteur a préparé les sels de Pb, Ba, Ag, et Ca de cet acide.

Séance du 4 Novembre 1909.

M. H. C. Pocklington : *Les dimensions et la fonction des canaux de Mars.* La nature du lit des canaux de Mars est conjecturée d'après la valeur de Lowell pour la vitesse du flux qui les parcourt; l'auteur calcule ensuite la profondeur d'après les formules techniques, en supposant que les canaux sont horizontaux et charrient de l'eau d'un pôle à l'autre. La profondeur est de 500 pieds si les canaux sont aussi étroits que possible, et de 370 pieds s'ils sont larges de 4.500 pieds. L'auteur détermine la quantité d'eau nécessaire pour remplir les canaux. Pour trouver la fonction des canaux, l'auteur admet que leur arrangement est le plus économique; il en déduit que ce sont essentiellement des lignes de communication, quoiqu'ils puissent aussi servir pour transporter de l'eau d'irrigation. — Lord Rayleigh présente quelques réflexions sur *la perception de la direction du son.* Il a montré que cette perception dépend d'une différence de phase aux deux oreilles et que le son est jugé être du côté où la phase est en avance. MM. Myers et Wilson ont accepté le principe de cette explication, mais en en modifiant l'application. Pour eux, le son entrant par une oreille est transmis à l'oreille opposée à travers les os de la tête, et les deux séries d'ondes reçues à chaque oreille, directement et par conduction osseuse, se rencontrent venant de directions opposées, ce qui produit un renversement de phase. L'auteur critique cette conception et montre que le choix entre les théories proposées dépend d'une idée préconçue sur la façon dont les nerfs agissent. — MM. J.-C. Chapman et H.-L. Porter ont étudié les *propriétés physiques des feuilles d'or à haute température.* A mesure que la température s'élève, on constate que la feuille s'allonge, puis la longueur reste constante pendant quelque temps, et finalemen la feuille se contracte rapidement; cette contraction, qui a lieu vers 340° C., est accompagnée d'une augmentation de transparence. Cette contraction est probablement due au fait que la rigidité de la feuille décroît plus rapidement que la tension superficielle quand la température s'élève. — M. R. J. Strutt a constaté qu'un spécimen d'autunite, minerai uranifère, placé dans une chambre tout à fait noire, présentait à l'œil bien reposé une luminosité marquée. Cette luminosité est indépendante de l'exposition préalable à la lumière; elle disparaît par perte de l'eau de cristallisation. — Le même auteur a poursuivi ses recherches sur l'accumulation de l'hélium pendant les périodes géologiques. Il mesure l'âge des minéraux d'après le rapport de l'hélium à la matière radio-active qu'ils renferment. Ses recherches ont porté sur les minerais de fer des couches sédimentaires; il trouve pour ceux-ci un âge d'une trentaine de millions d'années. D'après d'autres expériences, la production annuelle de l'hélium par gramme de thorianite est certainement moindre que $3{,}7 \times 10^{-8}$ centimètres cubes; la quantité trouvée dans un échantillon de ce minéral n'a pu certainement s'accumuler en moins de 240 millions d'années. — Sir D. Bruce, MM. A.-E. Hamerton, H.-R. Bateman et F. P. Mackie communiquent leurs observations sur *le développement du* Trypanosoma gambiense *chez la* Glossina palpalis. Le 5 mars 1909, 60 Glossines furent capturées et placées dans deux cages. Elles furent nourries sur deux singes infectés de trypanosomiase pendant deux jours, puis conservées pendant trois jours pour faire disparaître le transport mécanique. Les cinq jours suivants, elles furent placées sur un singe sain, puis dans chaque période successive de cinq jours environ sur un nouveau singe sain, jusqu'au bout de quatre-vingt-six jours où l'expérience prit fin. Le résultat fut que les deux premiers singes restèrent en bonne santé, mais que tous les autres s'infectèrent de *Trypanosoma gambiense.* Les mouches sont donc devenues infectantes dix-huit jours au plus tard après leur première alimentation sur un animal infecté. Par des dissections, les auteurs ont reconnu que, sur les 60 mouches, une seule s'est montrée infective. Une goutte de fluide prise dans l'intestin de cette mouche à la fin de l'expérience et injectée sous la peau d'un singe a produit la maladie du sommeil après une période d'incubation de huit jours. — Les mêmes auteurs signalent la *présence d'un Trypanosome chez l'éléphant d'Afrique.* Il a une longueur moyenne de 18,5 microns, une membrane ondulatoire bien développée et un flagellum libre. Il ressemble beaucoup au *Tr. soudanense*, mais les auteurs le nomment provisoirement *Tr. elephantis.*

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE DE LONDRES

Séance du 12 Novembre 1909.

M. P. V. Bevan a étudié *le spectre d'absorption de la vapeur de potassium* par la méthode de Roscoe et Schuster, modifiée par Wood. Le caractère le plus frappant de ce spectre est l'apparition des lignes de la série principale; aucune des lignes des deux séries associées n'apparaît, mais on observe des spectres cannelés additionnels qui ne sont pas représentés dans les spectres d'émission. Dans la région invisible apparaît un spectre cannelé dans le rouge, présentant des bords définis des bandes vers l'extrémité violette du spectre. On a déterminé les rapports des longueurs d'onde de ces bords définis avec celle du premier membre de la série principale; les valeurs trouvées se rangent dans le même ordre que les rapports correspondants déduits des mesures de Wood sur l'absorption du sodium. L'auteur considère ce fait comme le signe d'une connexion entre le spectre cannelé et la série principale de lignes. La dispersion anomale s'observe sur les quatre premiers membres de la série principale; elle va en décroissant rapidement. On observe une grande différence entre les propriétés de lignes principales dans le spectre d'absorption et le

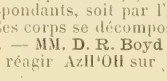
spectre d'émission; cela tient probablement à la différence d'état moléculaire de la vapeur métallique, qui est à une température bien plus basse dans le premier cas. — M. **J. S. Dow** recherche *les principes physiologiques qui sont à la base du photomètre à papillottement*. Dans ce but, il s'est demandé s'il est soumis à certains effets, comme le phénomène de la tache jaune et celui de Purkinje, qui sont une cause d'incertitude dans la photométrie hétérochromatique par les instruments à égalité d'éclat. Quelques expériences montrent que ces effets se produisent, mais d'une façon beaucoup moins marquée. L'auteur explique la chose en admettant que les bâtonnets de la rétine reçoivent l'impression lumineuse plus lentement que les cônes, mais aussi la conservent plus longtemps; cette particularité, peu importante pour les photomètres ordinaires, peut jouer un rôle dans les photomètres à papillottement. On peut imaginer que l'effet de papillottement est dû à deux portions distinctes, reçues par l'intermédiaire des bâtonnets et des cônes respectivement. — M. **E. Green** présente un *spectromètre pour la perception des couleurs*. Il consiste en un spectromètre ordinaire avec un seul prisme, pourvu de deux tambours de longueurs d'onde actionnant deux obturateurs placés dans le plan focal de l'oculaire. Au moyen des obturateurs, une partie quelconque du spectre peut être observée à volonté et la longueur d'onde des bords de la plage en observation est lue sur les tambours. Cet instrument s'applique à l'essai de la cécité des couleurs.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Séance du 21 Octobre 1909

MM. **T. Kametaka** et **A. G. Perkin** ont extrait la carthamine des fleurs de *Carthamus tinctoria* au moyen de la pyridine et de l'eau. Après une longue purification, elle forme des aiguilles rouges, irisdescentes, se décomposant vers 228°-230°, de formule $C^{15}H^{14}O^7$. — Mlle **S. M. Baker** expose une théorie d'après laquelle, s'il existe une attraction suffisante entre les autres atomes joints à un atome d'Az et celui avec lequel il est doublement lié, il y a deux isomères possibles : l'isomère *en*, où les autres atomes sont groupés en rond autour de la double liaison, et l'isomère *ex* ou symétrique. Cette théorie a été étendue aux composés du P et du S, et dans quelques cas du C. — M. **E. R. Watson** estime que la décoloration à la lumière d'une couleur azoïque est due à l'oxydation de cette partie de la molécule qui contient les groupes hydroxy et aminés, et que la fixité d'une telle couleur serait augmentée en introduisant dans la partie phénolique ou arylaminée d'autres groupes qui réduiraient la tendance à l'oxydation. — M. **D. L. Chapman** et **P. S. Mac Mahon** ont constaté que le gaz brun résultant de l'action de l'oxyde nitrique et du chlore empêche l'union de Cl et H à la lumière; l'oxyde nitreux agit seulement comme un diluant dans cette réaction. — M. **J. A. N. Friend** a déterminé de petites quantités de fer ferreux par le permanganate de potassium en présence de HCl de concentration inférieure à $m/4$ en ajoutant de 1 à 2 grammes de sulfate manganeux. — M. **R. Gilmour** a constaté que la façon dont se comportent optiquement les glucose-phénylhydrazones les rapproche des glucose-anilides, glucose-*p*-toluidides et autres composés possédant la structure γ-oxydique. Les glucose-phénylhydrazones posséderaient donc la même structure et n'existeraient que sous deux formes stéréo-isomères inconvertibles, ayant des rotations $[\alpha]_D$ de + 224° et — 87°. — M. **J. Knox** a trouvé que le sulfure de bismuth précipité sec se dissout dans les solutions de sulfures de K et Na d'autant plus facilement qu'elles sont plus concentrées; l'addition d'hydrates alcalins augmente encore la solubilité. Le trioxyde de bismuth se dissout légèrement dans les hydrates alcalins. — Mlle **K. M. Jackson** et **M. A. Neville**, par action des amines correspondantes sur le tartrate d'éthyle à 150°, ont préparé les tartaro-di-*o*-anisidide, F. 180°, $[\alpha]_D = 155°,7$; tartaro-di-*p*-anisidide, F.250° avec décomposition, $[\alpha]_D = 204°$; tartaro-di-*p*-xylidide, F.209°, $[\alpha]_D = 149°$; tartaro-di-*m*-4-xylidide, F.179°, $[\alpha]_D = 200°,5$. — M. **E. Knecht** et Mlle **E. Hibbert** décrivent un procédé volumétrique pour la détermination du tungstène. L'acide tungstique est réduit par Zn et HCl en dioxyde de Tu, donnant une solution brun clair en présence d'un excès d'acide; en ajoutant une solution d'un sel ferrique, le dioxyde est oxydé en trioxyde. La fin de la réaction est indiquée par la disparition de la couleur bleue intense du composé intermédiaire correspondant au pentachlorure de tungstène. — M. **J. Knox** décrit un procédé de détermination volumétrique du mercure dans une solution de nitrate mercurique par le thiocyanate, et de l'argent en présence du mercure basé sur la solubilité de AgCl dans KCAz. — M. **H. J. S. Sand** montre que, dans l'analyse électrolytique des alliages de cuivre et d'étain, tout le cuivre peut être précipité de la solution bouillante avec un potentiel auxiliaire de 0,6 volt; seule, la présence de chlorures exerce une influence retardatrice. — M. **E. Knecht** a constaté qu'on peut déterminer exactement les perchlorates par réduction avec le chlorure titaneux et titration en retour de l'excès de ce dernier avec l'alun de fer, en employant le thiocyanate de K comme indicateur. Il faut employer le chlorure titaneux à l'état concentré et acidifier fortement avec un mélange d'acides sulfurique et oxalique. — MM. **G. Barger** et **G. S. Walpole** ont réalisé la synthèse de la *p*-hydroxyphényléthylamine, principe actif de l'ergot: 1° en nitrant la benzoylphényléthylamine, réduisant le composé *p*-nitré, remplaçant AzH^2 par OH au moyen de la diazo-réaction et saponifiant le groupe benzoyle; 2° en préparant la *p*-méthoxyphénylpropionamide avec l'anisaldéhyde, appliquant la réaction de Hofmann et éliminant le groupe méthyle. — M. **W. B. Tuck** a étudié le spectre d'absorption des composés hydroxyazoïques et confirme ses conclusions précédentes sur la structure de ces corps. — M. **F. L. Pyman** a constaté que les 1-benzyltétrahydroisoquinolines subissent simultanément une oxydation et une scission sous l'influence de l'acide sulfurique dilué chaud et MnO^2, en donnant l'aldéhyde correspondant au groupe benzylique substitué et un produit de dégradation basique. — MM. **J. Holmes** et **P. J. Sageman** ont étudié les changements de volume qui se produisent en mélangeant l'iodure de méthyle avec l'alcool éthylique, l'alcool *n*-propylique et l'acétone. Ils concluent que l'acétone est agrégée comme les alcools primaires normaux et que CH^3I possède deux fois cette complexité. — MM. **B. H. Buttle** et **J. T. Hewitt** ont étudié la constitution des polynitrophénols en solution alcaline d'après les spectres d'absorption : le 2 : 6-dinitrophénol donne des sels *o*-quinonoïdes ; le 2 : 4-dinitrophénol plutôt des sels *p*-quinonoïdes. L'acide picrique est presque complètement ionisé en solution aqueuse. — MM. **T. S. Price** et **D. F. Twiss**, par hydrolyse des alkylthiosulfates sodés correspondants, ont obtenu les *o*-,*m*- et *p*-nitrobenzylmercaptans, F. 29°,5, 14° et 52°,5; l'oxydation par l'iode donne les disulfures correspondants. — M. **A. W. Gregory** indique une méthode colorimétrique pour la détermination de petites quantités de vanadium, basée sur la coloration violette, puis orange permanente, que prend une solution de vanadium dans H^2SO^4 concentré ajoutée à une solution de strychnine dans le même acide. — MM. **K. J. P. Orton** et **W. J. Jones** montrent que, dans la chloruration (et la bromuration) des acylanilides, les chloroamines Ar.AzCl.Ac ne sont pas un stade intermédiaire, en ce sens qu'elles sont primitivement formées et se changent en chloroacylanilides par un réarrangement intramoléculaire. La substitution de H dans le noyau benzénique des anilides résulte d'une action directe de Cl (ou Br) et de l'amide. Dans la conversion d'une chloroamine en anilide isomère sous l'influence de HCl, dont la présence est essentielle, la chloroamine réagit

d'abord avec HCl, suivant le schéma $Ar.Az\,Cl.Ac + HCl \rightleftarrows Ar.AzH.Ac + Cl^2$; puis Cl libre et l'amilide réagissent. — MM. **T. S. Price** et **L. M. Jones** ont préparé les diséléniures de benzyle, F. 92-93°, et de nitrobenzyle, *o*-F. 103°,5, *m*-F. 106°, *p*-F. 107°,5, au moyen des sélénosulfates correspondants, soit par l'action de I, soit par électrolyse. Ces corps se décomposent à la lumière avec dépôt de Se. — MM. **D. R. Boyd** et **H. S. Knowlton**, en faisant réagir AzH^2OH sur l'éther glycide-*o*-tolylique :



Eb. 134°,5 sous 14 mm., ont obtenu : l'alcool β-amino-β'-*o*-tolyloxyisopropylique, F. 58°-60° ; la dihydroxy-di-*o*-tolyloxydipropylamine, F. 117°,5, et la trihydroxytri-*o*-tolyloxytripropylamine, F. 83°-84°. — MM. **D. R. Boyd** et **E. R. Marle** ont préparé, par l'action de KOH sur l'épichlorhydrine en présence de monophénols : l'éther glycérol-dithymylique $OH.CH\,(CH^2.O.C^{10}H^{13})^2$, F. 41°,5-42°, et l'éther glycide-thymylique, Eb. 158° sous 16 mm. — M. **G. Senter** a déterminé les vitesses de réaction des acides bromoacétique, α-bromopropionique et α-bromobutyrique et de leurs sels de sodium avec l'eau et avec les alcalis ; avec l'eau, elles croissent régulièrement dans la série ; avec NaOH, elles diminuent. — MM. **J. Wade** et **H. Finnemore** ont constaté que l'éther ordinaire est résoluble en deux constituants physiques par un fractionnement soigné. Le plus volatil est un mélange binaire d'éther et d'eau, ayant un point d'ébullition constant et minimum : 34°,15 et contenant environ 13 % d'eau. L'autre est approximativement de l'éther pur ; il bout à 34°,50. Mais, en présence d'alcool, le point d'ébullition peut s'élever jusqu'à 34°,73 et de l'alcool passe avec l'éther. — M. **Al. Ch. Cumming** propose une nouvelle méthode pour la mesure de la tension de vapeur, basée sur la mesure de la température à laquelle la rosée apparaît sur un cylindre d'argent refroidi lentement dans un vase clos contenant une solution d'un hydrate.

Séance du 4 Novembre 1909.

M. **J. F. Thorpe** décrit une méthode qui permet de transformer complètement l'αω-dicyanobutane (adiponitrile) en 1-imino-2-cyanocyclopentane. — MM. **M. O. Forster** et **Ch. S. Garland** concluent, d'une étude des composés dérivés de l'aminocamphre et du méthylaminocamphre par copulation avec les sels de diazonium, que les composés diazoaminés aliphatiques-aromatiques doivent être représentés par l'expression X.Az : Az.AzH.C^6H^5, l'atome d'H du noyau triazénique prenant une position de stabilité plus grande au voisinage du groupe phényle qu'au voisinage du radical alkylique X. — M. **H. M. Dawson** et Mlle **M. S. Leslie** ont étudié la réaction de l'iode sur l'acétone. A la température ordinaire, la réaction est très rapide, quoique incomplète, ce qui indique un changement réversible. Dans les solvants inertes, la vitesse de la réaction diminue. En solution aqueuse acide, la vitesse de disparition de l'iode est constante en présence d'une grande quantité d'acétone. — MM. **A. Senier** et **F. G. Shepheard** ont préparé une série d'arylidène- et de naphtylidène-amines présentant le phénomène de la phototropie. En outre, ces bases colorées prennent une couleur plus foncée par chauffage et plus claire par le refroidissement, qui a été poussé jusqu'à la température de CO^2 solide. Les auteurs proposent de désigner ces variations de couleur, qui sont réversibles, sous le nom de *thermotropie* ; ils les attribuent à une variation du mode d'agrégation des molécules. — MM. **H. O. Jones** et **H. S. Tasker**, en faisant agir le chlorure d'oxalyle sur divers mercaptans ou leurs sels métalliques, ont obtenu les éthers de l'acide dithio-oxalique (éther méthylique, F. 82°,5-83°,5 ; phényl ique, F. 119°-120°). Ces éthers, par ébullition avec KHS alcoolique, fournissent le dithio-oxalate de potassium $(KSCO)^2$, qui donne une coloration intense avec les sels de Co et de Ni. — MM. **H. S. Tasker** et **H. O. Jones**, par action du chlorure de phosphoryle sur le phénylmercaptan, ont obtenu le trithiophosphate de triphényle, F. 115°. Avec le chlorure de thionyle, il se forme du disulfure de phényle et SO^2 ; avec le chlorure de nitrosyle, on obtient une brillante coloration rouge (probablement due à un éther thionitreux), qui disparaît graduellement avec dégagement d'oxyde nitrique et formation de disulfure d'alkyle. — M. **A. G. Perkin** a extrait des fleurs de l'*Hibiscus sabdariffa* 0,36 % d'un mélange de trois matières colorantes jaunes ; la principale, $C^{15}H^{10}O^8$, est identique à la gossypétine, dont l'ancienne formule doit être abandonnée ; la seconde est la quercétine ; la troisième est nouvelle et a reçu le nom d'*hibiscétine*, F. 340°. — MM. **O. Baudisch**, **G. S. Hibbert** et **W. H. Perkin jun.**, en réduisant l'acide 4-hydroxy-*o*-toluique par Na et l'alcool, ont obtenu les deux acides *cis*- et les deux acides *trans*-1-méthylcyclohexane-4-ol-2-carboxyliques ; la réduction de l'acide 6-hydroxy-*o*-toluique donne un mélange des acides *cis*- et *trans*-1-méthylcyclohexane-6-ol-2-carboxyliques. — MM. **A. N. Meldrum** et **W. H. Perkin jun.**, en réduisant l'acide 5-hydroxy-*m*-toluique par Na et l'alcool isoamylique, ont obtenu l'acide *trans*-1-méthylcyclohexane 5-ol-3-carboxylique, qui est transformé en acide *cis* par distillation et hydrolyse de la lactone résultante. — MM. **A. Ch. Sirkar** et **J. M. Dutta** ont trouvé qu'en solution neutre ou légèrement acide à 85° la réaction entre le permanganate de potasse et le sulfate de manganèse est la suivante : $3MnSO^4 + 2KMnO^4 + 2H^2O = 5MnO^2 + K^2SO^4 + 2H^2SO^4$. En solution acide à 100°, l'acide réagit sur MnO^2 formé d'après l'équation : $2MnO^2 + 2H^2SO^4 = 2MnSO^4 + 2H^2O + O^2$. Le sulfate de manganèse reformé réagit sur une nouvelle quantité de permanganate, et le cycle continue tant que la solution reste acide. — MM. **H. D. Gardner** et **W. N. Haworth** ont étudié la condensation du cyanacétate d'éthyle sodé avec un certain nombre de cétones.

SOCIÉTÉ ANGLAISE DE CHIMIE INDUSTRIELLE

SECTION DE LONDRES

Séance du 3 Mai 1909 (suite).

MM. **C. Beadle** et **H.-P. Stevens** décrivent une *nouvelle machine pour l'essai mécanique du caoutchouc*. L'échantillon à examiner est étiré horizontalement, au moyen d'un chariot tiré par un câble qui s'enroule sur une poulie et se termine par un récipient métallique dans lequel on fait arriver de l'eau. Le poids tenseur augmente régulièrement ; quand la rupture se produit, un dispositif automatique arrête l'écoulement de l'eau, et l'on n'a plus qu'à peser le récipient. En même temps, l'élongation est mesurée par un indicateur glissant sur une échelle et qui s'arrête également au moment de la rupture. Les auteurs ont également fait construire une machine qui pratique, pour les essais, dans des feuilles de caoutchouc vulcanisé, des disques de 10 millimètres de diamètre percés d'un trou de 5 millimètres de diamètre. Les essais ont donné les résultats suivants :

	TENSION DE RUPTURE en grammes par mm²	ÉLONGATION A LA RUPTURE longueur primitive = 1
Pneumatiques de voitures . . .	610	4,4
Caoutchouc de plantation non vulcanisé	216	2,3
Caoutchouc de plantation vulcanisé.	635	6,6

ACADÉMIE DES SCIENCES DE BERLIN

Séance du 22 Juillet 1909.

M. M. **Planck** rend compte du cours qu'il a fait aux mois d'avril et de mai de cette année, notamment sur

le principe de relativité, à la Columbia University de New-York. Ce principe, en vertu duquel il est absolument impossible de démontrer le mouvement d'un corps individuel dans l'espace vide, même dans le cas où il émettrait des rayons lumineux, a fait ses preuves dans toutes les tentatives de vérification jusqu'ici faites et par conséquent semble jouer un rôle fondamental en Physique. — M. Rubens présente un mémoire de M. E. **Regener**, assistant à l'Institut de Physique de l'Université de Berlin, sur *le dénombrement des particules α à l'aide de la scintillation et sur la grandeur de la quantité élémentaire d'électricité*. La scintillation du sulfure de zinc exposé à l'influence des rayons α, découverte par Sir W. Crookes, suggère l'hypothèse que toute particule α incidente produirait un point lumineux, dans des conditions convenables. Si cette hypothèse était fondée, l'observation des points lumineux permettrait de déterminer le nombre de particules α émises chaque seconde par un produit de polonium. Les expériences résumées dans un mémoire que l'auteur a présenté l'année dernière à la Société allemande de Physique avaient rendu cette façon de voir extrêmement vraisemblable. Dans ses nouvelles expériences, M. Regener élimine toute incertitude en substituant à l'écran de sulfure de zinc une mince plaque de matière homogène (diamant) et en employant un microscope d'intensité lumineuse particulièrement grande. Le dénombrement est étendu à un nombre aussi grand que possible de particules; les mesures de la quantité d'électricité transportée par ces rayons sont faites dans le vide le plus avancé possible. En supposant qu'une particule α porte deux quantités élémentaires, on retire de ces expériences, pour la quantité élémentaire d'électricité, la valeur de $4{,}79 \times 10^{-10}$ unité électrostatique.

Séance du 29 Juillet 1909.

M. **A. Penck** rend compte des observations qu'il a faites au Kilauéa, vers la fin de février de cette année. Lors de sa visite, il a trouvé le Halémauma, au centre du Kilauéa, rempli, jusqu'à environ 100 mètres au-dessous du bord supérieur du cratère, de lave liquide, se déplaçant du milieu du lac du cratère vers les bords, où elle entrait sous les couches surplombantes de lave solide. La lave liquide entrait en bouillonnement, avec une parfaite régularité, 16 fois par dix minutes, dans la partie septentrionale du Lac, en formant une fontaine de lave de 6 à 10 mètres de hauteur, dite le « Old Faithful ». Tout autour du Halémauma, le fond du Kilauéa est rempli de courants de lave solidifiée présentant par-ci, par-là, des gonflements et que traversent de profondes crevasses. Les parois du Kilauéa s'élèvent en gradins distinctement perceptibles sur ce fond rempli de lave, les couches individuelles s'abaissant suivant le sens de rotation des aiguilles de montre, de façon à produire une disposition spiralée particulière. Les parois elles-mêmes se composent de basalte couronné de tufs peu compacts, faisant croire à une phase antérieure de l'activité du volcan, phase caractérisée par l'éjection de scories et de cendres. — M. Martens présente un travail de M. **L. Grunmach**, professeur à l'École Polytechnique de Charlottenbourg, sur des *appareils*, basés sur une nouvelle méthode, *pour mesurer les secousses sismiques de période minime*. Ces appareils, construits par M. P. Stückrath, à Friedenau, servent à mesurer, soit les valeurs maxima de l'accélération, suivant trois directions perpendiculaires (appareils à trois pendules), soit les déplacements horizontaux des particules d'un rocher sur lequel l'appareil (pendule horizontal) se trouve placé. Ce dernier appareil est pourvu d'un enregistrement micro-photographique, pour les observations faites au jour, et d'un enregistrement magnéto-inductif, pour les mesures à faire aux endroits inaccessibles. Ces dispositifs sont assez sensibles pour mesurer les vibrations de rochers de période minime que provoque la chute des eaux dans un barrage.

Séance du 21 Octobre 1909.

M. **E. Warburg** donne lecture d'un Mémoire sur l'analyse thermo-dynamique des effets photo-chimiques, mémoire où il présente la démonstration thermo-dynamique du théorème suivant : La décomposition photo-chimique d'un gaz cesse lorsque les concentrations des produits de décomposition sont devenues les valeurs d'équilibre thermiques correspondant à la température du rayonnement employé.

Alfred Gradenwitz.

SOCIÉTÉ ALLEMANDE DE PHYSIQUE

Séance du 2 Juillet 1909.

M. **S. Hilpert** donne lecture d'un Mémoire sur *les relations qui existent chez les composés de fer entre la constitution chimique et les propriétés magnétiques*. Comme c'est la molécule et non pas l'atome qui fait fonction de véhicule des propriétés ferro-magnétiques, les modifications chimiques doivent influer beaucoup plus fortement que les variations de température et d'autres facteurs extérieurs sur les propriétés magnétiques du fer. C'est ainsi que l'alliage du fer avec d'autres métaux, lorsqu'il conduit à la formation de composés, suffit pour éliminer les propriétés magnétiques aux températures ordinaires. Aussi le fer ordinaire doit-il constituer un complexe de composants non ferro-magnétiques en eux-mêmes, que les réactions chimiques, ainsi que les températures élevées, détruisent facilement. Cette hypothèse vient d'être confirmée par la production d'alliages ferro-magnétiques se composant d'éléments para-magnétiques et dia-magnétiques. L'auteur a étudié, du même point de vue, une autre classe de corps, les oxydes ferro-magnétiques, en se bornant provisoirement au côté chimique du problème. Dans le cas des ferrites (sels de l'acide ferrique) de l'oxyde de cuivre et des monoxydes de cobalt et de fer, précipités, même d'une solution aqueuse, à l'état fortement magnétique, l'on ne saurait méconnaître un certain parallélisme entre la couleur et les propriétés magnétiques. La structure cristalline, tout en modifiant les propriétés magnétiques (surtout la rémanence), n'est aucunement une condition nécessaire de la présence de magnétisme. Après avoir démontré que l'oxyde ferrique, en tant qu'acide, fournit des composés ferro-magnétiques, il s'agissait de savoir si, à l'intérieur d'une molécule ferro-magnétique, l'on peut provoquer des modifications chimiques dans lesquelles le véhicule proprement dit de ces propriétés resterait inaltéré. Or, ce fait est confirmé pour deux réactions (conversion de l'oxyde ferreux du ferrite en oxyde ferrique et réaction analogue chez le ferrite de cobalt). — M. **J. Würschmidt** étudie *les décharges discontinues dans les tubes à décharges*. Les recherches de M. N. Hehl[1], d'une part, et de M. H.-A. Wilson[2], d'autre part, ayant élucidé simultanément les lois qui régissent, dans le cas des décharges continues, l'effluve bleuâtre entourant la cathode, l'auteur étudie la relation entre la longueur de cette enveloppe et le nombre de décharges par seconde, dans le cas des décharges discontinues. De nombreuses expériences donnent comme résultat que le produit de cette longueur par le nombre de décharges est constant dans un certain intervalle. La durée de chaque décharge se trouve croître à mesure qu'augmente la capacité insérée en parallèle, tandis que les augmentations de la distance explosive d'un éclateur inséré en dérivation n'entraînent pas de variations considérables. — MM. **E. Gehrcke** et **G. Leithäuser** donnent lecture d'un Mémoire sur *les copies de réseaux de diffraction à surface métallique*. Ils ont constaté que les copies existant dans le commerce peuvent être converties en réseaux à réflexion métallique, en les

[1] Thèse inaugurale, Erlangen, 1902.
[2] *Phil. Mag.* (6), t. IV, p. 608, 1902.

garnissant dans un vide convenable, par projection cathodique, d'un mince enduit métallique uniforme, de platine, par exemple. Les réseaux ainsi préparés sont équivalents, quant à leur intensité lumineuse, aux réseaux gravés dans une épaisse plaque métallique. Les expériences préliminaires avaient, en effet, prouvé qu'avec certaines précautions un miroir métallique et uniforme se conserve, même sur les couches les plus altérables, de gélatine, par exemple. Comme les propriétés optiques d'un réseau ne souffrent pas le moins du monde par la précipitation du platine, le seul facteur modifié étant l'intensité lumineuse, il ne paraît pas impossible de produire, d'un seul réseau original de qualité excellente, un grand nombre de copies identiques à pouvoir réflecteur métallique, pour les réunir en un seul grand réseau dépassant l'original par son intensité et son pouvoir de résolution. — **M. W. Nernst** adresse un mémoire sur *l'analyse thermodynamique de certaines propriétés de l'eau*. L'auteur a fait remarquer, il y a déjà quelque temps, que les écarts que présente la vapeur d'eau avec la loi d'Avogadro et les lois des gaz en général, écarts se manifestant aux pressions élevées, semblent être dus à la formation de molécules doubles, c'est-à-dire à l'établissement de l'équilibre $(H^2O)^2 \rightleftarrows 2H^2O$. Sur la base de cette hypothèse, M. Nernst, en collaboration avec M. **Herbert Levy** (auteur d'un Mémoire homonyme présenté à la même séance), établit une équation d'état qui représente parfaitement les déterminations antérieures de la densité et de la chaleur spécifique de la vapeur d'eau. Les principaux résultats de ces deux Mémoires sont les suivants : Les tableaux calculés sur la base de l'équation d'état donnent probablement la densité de la vapeur d'eau avec plus de précision que les mesures directes individuelles. L'équation de Clausius-Clapeyron permet de développer une formule de la tension de la vapeur d'eau, formule qui, dans l'intervalle de 0 à 100°, concorde parfaitement avec les observations. La chaleur moléculaire de la vapeur d'eau idéale, c'est-à-dire suffisamment diluée, se trouve être de 8,19 à la température de 40°. La chaleur de vaporisation de l'eau dans l'intervalle mentionné ci-dessus est calculée avec une précision qui, paraît-il, va jusqu'à de petites fractions d'un pour mille ; elle concorde, du reste, très bien avec les mesures directes de M. Henning. La chaleur de vaporisation de la glace à 0° (12.178 calories) est, semble-t-il, exacte à de petites fractions d'un pour mille près. La formule représentative de la tension de vapeur de la glace, — que les auteurs déduisent de cette valeur, de concours avec la tension de vapeur, très exactement donnée à 0°, et l'allure, connue avec une sûreté satisfaisante, des chaleurs spécifiques de la glace et de la vapeur d'eau, — semble être valable jusqu'à des températures très basses. La « constante chimique » de la vapeur d'eau se trouve être de 3,65, tandis que la valeur approximative autrefois déduite par une voie toute différente était de 3,6. L'équation de la tension de vapeur de l'eau liquide, établie à l'aide du théorème thermo-dynamique de Nernst, est, semble-t-il, susceptible au moins d'orienter les recherches jusqu'aux températures les plus basses, tout en renseignant d'une façon approximative sur l'allure de la chaleur spécifique de l'eau liquide à ces températures. La théorie rend un compte parfait du minimum de chaleur spécifique que présente la vapeur d'eau aux pressions pas trop petites, lorsqu'elle est chauffée à pression constante. Il semble, du reste, que l'allure de la chaleur spécifique de l'eau liquide soit tout analogue. Il serait désirable d'étudier à ce même point de vue un liquide non associatif, dont l'analyse thermodynamique serait évidemment considérablement plus simple.

Mémoires reçus pendant les vacances.

M. Robert Pohl : *Sur l'effet photo-électrique du platine et du cuivre en lumière ultra-violette polarisée*. Dans les miroirs de platine et de cuivre, produits par projection cathodique suivant le procédé de M. G. Leithäuser, on constate une influence très marquée, sur le nombre des électrons émis, de l'azimut aussi bien que de l'angle d'incidence de la lumière ultra-violette polarisée. D'autre part, la distribution des vitesses se montre sensiblement indépendante de l'état de polarisation. Quand la lumière est polarisée parallèlement au plan d'incidence, il y a proportionnalité entre le courant photo-électrique et l'absorption de la lumière, calculée par les constantes optiques. Il en est de même de la lumière polarisée verticalement au plan d'incidence, quant au flux total et non pas seulement pour les composantes calculées perpendiculairement à la surface, à l'inverse des observations relatives aux métaux alcalins liquides, sensibles dans la région de la lumière visible. Le facteur de proportionnalité est identique, dans les deux positions principales de l'azimut, pour différents angles d'incidence, à l'inverse de ce qui a lieu pour les métaux alcalins. D'une façon générale, on peut caractériser la différence entre les métaux liquides, sensibles dans la région visible, et les surfaces métalliques solides, sensibles dans la région ultra-violette, en disant que les électrons, étant « libres » dans le premier cas, suivent le vecteur électrique, tandis que, chez ces dernières, la lumière ultra-violette est absorbée par des électrons « liés ». — **M. J. Würschmidt** : *La prétendue capacité des tubes à décharges* : Les recherches résumées dans ce Mémoire font voir que la prétendue capacité des tubes à décharges (à savoir la quantité d'électricité réduite au potentiel de décharge qui passe pendant chaque décharge) ne correspond pas du tout à la définition générale de cette notion. Elle est déterminée par la disposition en parallèle de capacités données ; dans les tubes d'un certain type, cette « capacité » dépend de la résistance intercalée entre le tube à décharges et la source d'électricité, cette dernière étant indifféremment une machine à influence ou une pile galvanique. Dans l'air humide, elle est plus grande que dans l'air sec ou dans l'hydrogène. Lorsque les capacités disposées en parallèle sont suffisamment grandes par rapport à celle du tube à décharges, le nombre de décharges passant par seconde dans le tube est inversement proportionnel à la capacité disposée en parallèle.

ACADÉMIE DES SCIENCES D'AMSTERDAM

Séance du 25 Septembre 1909.

1° Sciences mathématiques. — M. W. Kapteyn présente au nom de M. **M. J. van Uven** : *Recherche des fonctions qui peuvent être obtenues par une itération infinitésimale ; contribution à la solution de l'équation fonctionnelle d'Abel*. L'auteur cherche à trouver une expression pour l'itération $\varphi_n(x)$ de l'ordre $n - 1$ d'une fonction (x), ayant une signification déterminée pour toutes les valeurs réelles de l'indice n d'itération. A cet effet, il déduit une forme modèle à trois constantes arbitraires.

2° Sciences physiques. — M. **W. H. Julius** : *Conséquences régulières de la réfraction irrégulière dans le Soleil*. A cause de la réfraction anormale dans les gaz du Soleil, les phénomènes connus sous les noms de taches, de protubérances, de facules, de *floculi* ne sauraient être des images optiques, dans le sens ordinaire, d'objets lumineux correspondants. Si l'on veut tirer des conclusions de la distribution de la lumière dans une prétendue image du Soleil, il faut qu'on prenne comme base l'étude des conséquences de la réfraction. Supposons que le Soleil soit une masse de matière incandescente, enveloppée d'un mélange de gaz. Alors les gradients de densité dans cette atmosphère, tant soit peu égaux à ceux qui se présentent dans l'atmosphère terrestre, feront courber les rayons de lumière, les rayons de courbure ne formant qu'une petite fraction, 1/50 par exemple, du rayon de la photosphère. Cette considération montre que l'influence

de la réfraction sur l'image du Soleil doit être très considérable. En effet, on peut — en se basant sur les lois connues du mouvement de la lumière à travers des milieux de densité optique à variation continue — prédire quels changements on observera sur la source sphérique de lumière comme écran, aussitôt qu'il se produira dans une couche de gaz placée devant cette source une raréfaction ou une condensation locale. Cela mène facilement à la connaissance du rôle joué par l'atmosphère solaire comme système optique. Une raréfaction placée excentriquement devant le disque solaire se présente obscure vers le côté du limbe et éclairée vers le côté du centre du disque ; au contraire, dans les mêmes circonstances, une condensation se montre éclairée du côté du limbe et obscure vers le centre du disque. L'auteur a démontré la généralité de ces résultats à l'aide d'expériences très simples. A la température de 15°, la densité d'une solution saturée de AzH^4Cl est égale à celle d'un mélange de 78 % de glycérine pure et de 22 % d'eau. Ainsi une goutte de l'une de ces deux matières reste suspendue dans l'autre très longtemps pour s'y dissoudre enfin. La grande viscosité de la glycérine est la cause du fait que des courants trop rapides ne s'y présentent pas. Or, la solution de glycérine et la solution de AzH^4Cl ayant respectivement pour la lumière jaune les indices de réfraction 1,44 et 1,38, on peut imiter, à l'aide de ces deux liquides, la réfraction anomale dans l'atmosphère solaire, la source de lumière étant une pièce de verre mat illuminée intensivement par un arc électrique de 3 ampères. Si le vase contient une solution de glycérine, les gouttes de sel y représentent des raréfactions ; au contraire, si le vase contient une solution de sel, les effets d'ombre sont renversés. Ces expériences induisent l'auteur à attribuer l'obscurité des taches solaires entièrement à la réfraction. Si la matière dans les taches solaires est en mouvement tourbillonnaire, — ce qui est très probable, surtout après la découverte par M. Hale de l'effet Zeeman dans ces points, — la densité doit être un minimum dans le noyau, pour s'accroître, mais toujours avec un gradient de plus en plus petit, en allant vers l'extérieur dans le domaine de circulation environnant. Dans le cas d'une pareille variation de la densité, la réfraction cause infailliblement l'apparition d'une ombre et d'une pénombre, la ligne de séparation entre ces deux parties, ordinairement très distincte, étant dans un certain sens l'image du limbe ou plutôt de l'horizon du Soleil. Si l'on remarque, de plus, que la lumière à la proximité des raies d'absorption est réfractée considérablement, à cause de la dispersion anomale, cette distribution de la lumière dans le domaine de la tache fait trouver en même temps les principales propriétés remarquables par lesquelles le spectre des taches solaires se distingue du spectre moyen du Soleil, c'est-à-dire l'élargissement et l'asymétrie récemment constatées des raies des taches. Au commencement de 1909, M. J. Evershed, de l'Observatoire de Kodaikanal, a découvert une propriété générale importante du spectre des taches : une asymétrie systématique des raies, qu'il ne pouvait expliquer qu'en supposant que la matière à l'intérieur de la tache soit animée d'un mouvement radial, hypothèse en conflit avec des résultats bien confirmés de M. Hale. Ce conflit des résultats de ces deux expérimentateurs excellents disparaît entièrement si l'on considère la distribution de lumière dans une tache solaire comme la conséquence de la réfraction. Même dans le spectre moyen du Soleil se manifeste l'influence de la réfraction anomale. Les raies de Fraunhofer ne sont pas exclusivement les conséquences de l'absorption : ce sont des raies d'absorption, enveloppées par des bandes de dispersion. En complétant de cette manière l'interprétation de Kirchhoff, on trouve en même temps que les raies de Fraunhofer plus faibles doivent être asymétriques, élargies principalement vers le côté du rouge. De plus, on en déduit que cet élargissement asymétrique doit être plus fort dans le spectre du limbe que dans celui du centre du disque solaire. Un déplacement de la plupart des raies de Fraunhofer, pas trop large vers le rouge et bien plus grand au limbe qu'au centre, a été constaté en effet par MM. Jewell, Halm, Hale et Adams, Fabry et Buisson. Ils expliquent le phénomène par l'hypothèse qu'une pression de 5 à 7 atmosphères règne dans la couche renversante. La théorie de la réfraction rend superflue cette hypothèse. En effet, la densité moyenne dans l'atmosphère solaire doit être beaucoup moindre. — M. **P. van Romburg** : *Sur la nitration de la diéthyl-aniline.* — M. **A. P. N. Franchimont** : *Sur les carbonates alkylés de soude.* — M. Franchimont présente au nom de M. **O. de Vries** : *Sur la réduction anomale d'un composé nitro-aromatique par l'étain et l'acide chlorhydrique, et sur un cas remarquable de dimorphie.* — M. J. D. Van der Waals présente aux noms de MM. **J. Timmermans** et **Ph. Kohnstamm** : *Sur l'influence de la pression sur la miscibilité de deux liquides.* 1. Résumé de recherches expérimentales antérieures. 2. Considérations théoriques. 3. Recherches de Van der Waals. 4. But de l'investigation. 5. Méthode. 6. Résultats. 7. Résumé des formes possibles de la ligne des points de plissement. 8. Classification des systèmes examinés. — Ensuite M. Van der Waals présente au nom de M. **A. Smits** : 1° *La représentation dans l'espace P, T, X du système éther-anthraquinone* ; 2° *Sur des lignes de fusion récurrentes.* — M. A. F. Holleman présente aux noms de MM. **A. Smits** et **J. P. Wuite** : *Sur le système eau-sulfate de soude.* — Ensuite M. Holleman présente au nom de M. **F. E. C. Scheffer** : *Sur des équilibres hétérogènes de compositions dissociantes.*

3° Sciences naturelles. — M. **W. Burck** : *Contribution à la connaissance de la sécrétion de l'eau dans les plantes.* — M. **F. A. F. C. Went** présente au nom de M. **J. Kuypers** : *L'influence de la température sur la respiration des plantes.* Les résultats de l'auteur sont : 1° La théorie de Blackmann s'applique à la respiration en ceci que la loi de Van'tHoff-Arrhenius est de rigueur de 0° jusqu'à 20° ou 25°, que le maximum se déplace avec le temps de l'observation, que la régression à 40°, 45°, 50° est logarithmique durant la germination ; 2° Le cours de la respiration dépend étroitement du caractère de la nourriture de réserve. — Ensuite M. Went présente au nom de M. **Th. Weevers** : *La signification physiologique de quelques glucosides.* — M. L. Bolk présente au nom de M. **C. P. van Valkenburg** : *La surface et la structure de l'écorce cérébrale d'une idiote microcéphale.* — M. H. Zwaardemaker présente au nom de M. **F. J. J. Buytendijk** : 1° *Sur les variations du sérum du sang du requin durant la mort par perte de sang*; 2° *Sur la constitution de l'urine du requin durant la diurèse normale et intensifiée.* — M. **S. H. Koorders** : 1° « Beitrag zur Kenntniss der Flora von Java » (Contribution à la connaissance de la flore de Java), n°s VII-XII ; 2° « Die Tropensumpflachmoor-Natur der Moore des produktiven Carbon von Herrn H. Potonié, nebst der Vegetationsschilderung eines rezenten tropischen Wald-Sumpflachmoores. — M. **H. C. Prinsen Geerligs** : « Cane sugar and its manufacture » (Le sucre de canne et sa fabrication), avec une traduction japonaise. P. H. Schoute.

Le Directeur-Gérant : Louis Olivier.

Paris — L. Maretheux, imprimeur, 1, rue Cassette.

20e ANNÉE N° 24 30 DÉCEMBRE 1909

Revue générale des Sciences pures et appliquées

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER, Docteur ès sciences.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. L. OLIVIER, 18, rue Chauveau-Lagarde, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et dans tous les pays étrangers y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Mathématiques

La Société mathématique de Calcutta. — Une Société mathématique vient de se fonder à Calcutta, sous les auspices non seulement de membres de l'enseignement mathématique, mais aussi de magistrats, d'ingénieurs, de commerçants, dont les noms indiquent en très grande majorité une origine indigène. Cette Société vient de faire parvenir en Europe le premier numéro de son *Bulletin*, daté d'avril dernier.

Or, le contenu de ce premier fascicule est bien digne d'attention. Notons d'abord qu'il se termine par des revues bibliographiques fort bien documentées et tout à fait au courant de l'état actuel de la Science. On y mentionne, en particulier, avec le soin qu'elle mérite, la récente démonstration d'un théorème de Waring[1] par M. Hilbert.

Mais il convient surtout d'insister sur les articles originaux, au nombre de trois. Celui qui est signé C. E. Cullis appartient au domaine de la Géométrie analytique classique : la surface cubique qu'il étudie occupe cependant une place à part, par la relation qu'elle offre avec l'un des faits les plus curieux de la Géométrie de situation. Celui de M. Ganesh Prosad est une contribution aux recherches si actuelles sur l'analyticité des solutions des équations aux dérivées partielles. Enfin, pour être plus élémentaire, l'article de M. Syamadas Mukhopadhyaye n'est ni le moins curieux, ni le moins suggestif des trois. L'auteur, partant d'arcs de courbes tout à fait quelconques (à des hypothèses très générales près), donne au théorème de Rolle des généralisations remarquables par leur simplicité et leur caractère géométrique, à commencer par les deux suivantes :

1° Tout arc convexe qui est coupé par un cercle en quatre points contient au moins un sommet (point où le cercle osculateur a un contact du 3e ordre[2]);

2° Tout arc convexe qui est coupé par une ellipse en six points contient au moins un point sextactique (point où la conique osculatrice, supposée en l'espèce une ellipse, a un contact de 5e ordre).

Les comptes rendus des séances nous annoncent, d'ailleurs, des communications consacrées aux courbes de Jordan sur les surfaces de Riemann, aux déterminants infinis, etc.

On le voit, les mémoires insérés dans le fascicule dont il s'agit présentent une nouveauté et un intérêt qu'on ne rencontre pas toujours dans les publications similaires d'Europe. Les auteurs — et les indigènes ne se sont pas montrés les moins sagaces — se sont adressés à des questions importantes et n'ont pas reculé devant des problèmes difficiles.

Les formes retentissantes et souvent redoutables sous lesquelles s'est manifesté récemment le réveil de l'Asie et, en particulier, de l'Inde, ne doivent pas faire perdre de vue l'activité pacifique par laquelle ce pays montre aussi sa tendance à vivre de sa vie propre et à prendre sa place au soleil. Cette forme d'activité a droit, elle, à toute notre sympathie, et c'est avec un plaisir exempt d'arrière-pensée que l'on peut en signaler les effets.

§ 2. — Physique

Sur le sens des courants thermo-électriques. — M. Bruno-Joseph Thomas a récemment publié, dans le *Bulletin de l'Académie des Sciences de Belgique*[1], un Mémoire ayant pour titre : « Lois régissant le sens des courants thermo-électriques. Cause des inversions ». Il a cherché à établir notamment les lois suivantes :

« 1° Quand on établit une différence de température entre les deux soudures d'un couple thermo-électrique, le courant qui prend naissance va de la soudure chaude à la soudure froide par l'élément électriquement le plus conducteur, si le produit du coefficient de conductibilité électrique de cet élément par le coefficient de conductibilité calorifique de l'autre élément est supérieur au produit du coefficient de con-

[1] Tout entier positif est représentable par une somme de puissances $n^{\text{èmes}}$ d'entiers positifs, le nombre de ces entiers restant inférieur à une limite qui dépend seulement de l'exposant n.

[2] Pour les courbes convexes fermées, on peut ainsi établir l'existence de quatre sommets au moins.

[1] *Bulletin de l'Académie des Sciences de Belgique*, 1909, n° 8, page 903.

ductibilité calorifique du premier élément par le coefficient de conductibilité électrique du second;

« 2° Si le premier produit est inférieur au second, le courant va de la soudure chaude à la soudure froide par l'élément électriquement le moins conducteur;

« 3° Si les deux produits sont égaux, aucun courant ne se manifeste. »

Bien que la rédaction de la fin de ce Mémoire soit de nature à inspirer de la méfiance au lecteur et que l'on s'étonne de voir un travail reçu sous une telle forme par une Académie, il m'a semblé utile d'examiner avec soin le fond même du travail, parce qu'il traite une question importante. Pour établir les lois énoncées ci-dessus, M. Thomas a utilisé les résultats qui ont été obtenus par divers physiciens et qu'il a trouvés dans des mémoires parfois déjà anciens. Remarquons tout d'abord que les conductibilités électriques et calorifiques et les pouvoirs thermo-électriques des métaux varient considérablement avec le degré de pureté des échantillons étudiés. Pour vérifier les relations énoncées, il était donc indispensable de déterminer sur les mêmes échantillons les conductibilités électriques et thermiques et les pouvoirs thermo-électriques. L'important Mémoire de W. Jaeger et H. Diesselhorst[1] renferme un grand nombre de résultats de mesures faites avec la plus grande précision et utilisables pour le but que nous poursuivons. Mais nous allons, au préalable, donner aux règles énoncées par M. Thomas une autre forme, qui permettra de les rattacher à une des lois les plus importantes de la théorie des électrons.

Désignons par les lettres e et c respectivement les conductibilités électrique et calorifique des deux métaux et affectons de l'indice *1* les lettres qui se rapportent au métal électriquement le plus conducteur, l'indice *2* caractérisant l'autre métal.

Si l'on a :

$$c_1 e_2 > e_2 c_1,$$

c'est-à-dire :

$$\frac{e_2}{c_2} > \frac{e_1}{c_1},$$

le courant thermo-électrique ira, d'après M. Thomas, de la soudure chaude à la soudure froide à travers le métal électriquement le plus conducteur, c'est-à-dire le métal désigné par *1*, tandis que l'inégalité :

$$c_1 e_2 < e_2 c_1,$$

ou :

$$\frac{e_2}{c_2} < \frac{e_1}{c_1},$$

permettrait de prévoir un courant thermo-électrique allant de la soudure chaude à la soudure froide à travers le métal électriquement le moins conducteur, c'est-à-dire le métal appelé *2*.

Ces deux règles peuvent être résumées en une seule, comme suit :

Le courant thermo-électrique va de la soudure chaude à la soudure froide, à travers le métal pour lequel le rapport $\frac{c}{e}$ *est le plus petit.*

Ce dernier énoncé a l'avantage de rattacher la règle à la loi de G. Wiedemann et Franz.

Il reste à vérifier le nouvel énoncé, à l'aide des résultats de W. Jaeger et H. Diesselhorst. A cet effet, nous avons dressé le tableau I qui suit : la première colonne contient la liste des métaux dans l'ordre des valeurs décroissantes de $\frac{c}{e}$, la deuxième la composition exacte de ces métaux, la troisième les valeurs du rapport $\frac{c}{e}$ à 18° et enfin la quatrième les forces électromotrices thermo-électriques.

Tableau I.

MÉTAUX	COMPOSITIONS chimiques	$\frac{c}{e}$ à 18° $= 10^{-8} \times$	F. E. M. thermo-électriques en microvolts à 18° et par rapport au cuivre
Bismuth .	pur.	964	+ 73,3
Fer	99,55 Fe; 0,1 C; 0,2 Si; 0,1 Mn.	838	— 8,4
Palladium.	pur.	754	+ 11,5
Platine . .	pur.	753	+ 6,1
Étain . . .	pur.	735	+ 2,6
Plomb . .	pur.	715	+ 2,9
Or	pur.	709	0
Cadmium .	pur.	706	— 0,6
Nickel . .	97,0 Ni; 1,4 Co; 0,4 Fe; 1,0 Mn; 0,1 Cu; 0,1 Si.	699	+ 22,3
Argent . .	pur 999,8.	686	0
Zinc . . .	pur.	672	— 0,1
Cuivre . .	pur.	671	0
Aluminium	99 Al; 0,5 Fe; 0,4 Cu.	636	+ 3,2

A la simple inspection de ce tableau, on constate que les couples suivants, *notamment*, font exception aux règles énoncées par M. Bruno-Joseph Thomas :

fer-palladium, fer-platine, fer-étain, fer-plomb, fer-or, fer-cadmium, fer-nickel, fer-argent, fer-zinc, fer-cuivre, fer-aluminium, nickel-cadmium, nickel-or, nickel-plomb, nickel-étain, nickel-platine, nickel-palladium, aluminium-cuivre, aluminium-zinc, aluminium-argent, aluminium-cadmium, aluminium-or, aluminium-étain.

Les exceptions signalées ne peuvent être attribuées à des erreurs dans les mesures.

Considérons encore le couple thermo-électrique bismuth-antimoine. Lorenz[1] a obtenu les valeurs consignées dans le tableau suivant; ses mesures ont été exécutées par une méthode qui peut être considérée comme une des plus exactes :

	$\frac{c}{e}$ à 0°
Antimoine.	2011
Bismuth.	1830

Lorenz n'a pas déterminé les forces électromotrices thermo-électriques des métaux qu'il a étudiés, mais nous savons que le courant va, dans le couple bismuth-antimoine, de la soudure chaude à la soudure froide à travers l'antimoine. La règle précédente exigerait le contraire. Thomas a considéré le couple bismuth-antimoine (page 909 de son travail); il n'a pas trouvé que cet élément thermo-électrique faisait exception, parce qu'il a utilisé des valeurs des conductibilités électriques et thermiques que l'on ne saurait admettre. En effet, si l'on accepte les valeurs adoptées par M. Thomas, on trouve pour l'antimoine :

$$\frac{c_1}{e_1} = 0{,}643,$$

et pour le bismuth :

$$\frac{c_2}{e_2} = 1{,}145,$$

soit :

$$\frac{c_1}{e_1} < \frac{c_2}{e_2}.$$

En terminant, je ferai remarquer que, déjà en 1900, Jaeger et Diesselhorst[2] ont cherché à établir par leurs mesures une relation entre les pouvoirs thermo-électriques des métaux et les écarts que ceux-ci présentent par rapport à la loi de G. Wiedemann et Franz. Ils ont

[1] *Wissenschaftliche Abhandlungen der physikalisch-technischen Reichsanstalt*, volume 3, page 269, Berlin, 1900; et *Sitzungsber. der Akademie der Wissenschaften zu Berlin*, 1899, page 719.

[1] *Wiedemann Annalen der Physik*, t. XIII, 1881, p. 422.

[2] *Loco citato*, page 398.

fait observer que l'on trouve les forces électromotrices thermo-électriques les plus élevées pour les métaux qui s'écartent d'une manière notable de la loi de Wiedemann-Franz et de celle de Lorenz : celle-ci est, comme on sait, une généralisation de la précédente. Toutefois, le premier tableau, que nous avons reproduit ci-dessus, montre que cette règle n'est pas générale.

Edmond van Aubel,
Professeur à l'Université de Gand.

§ 3. — Chimie

La Table internationale des Poids atomiques. — Le Comité international des Poids atomiques, composé de MM. F. W. Clarke, W. Ostwald, T. E. Thorpe et G. Urbain, vient de présenter son Rapport sur les déterminations publiées en 1909 et qui sont relatives aux éléments Cl, Az, C, I, Ag, P, As, Cr, Te, Hg, Pd, Kr et Xe.

Il lui a paru qu'il n'y avait pas lieu d'apporter de grandes modifications à la Table internationale arrêtée à la fin de 1908 et que nous avons publiée dans notre numéro du 15 février 1909 (p. 102). Voici les seuls changements qui ont été reconnus nécessaires : Le poids atomique du chrome, qui était de 52,01, a été arrondi à 52. Celui de l'arsenic a été fixé à 74,96, d'après les travaux de Baxter et Coffin. Ceux du krypton et du xénon deviennent 83,012 et 130,70, d'après les déterminations de Moore.

Les variations de la valence des éléments avec le volume aux très hautes pressions. — Il y a quelques années, au cours d'expériences sur le point de fusion du carbone, M. A. Ludwig avait noté la cessation de la conductibilité du carbone au cours de la fusion sous une pression gazeuse élevée et l'avait attribuée au passage d'une forme moins dense du carbone à la forme plus dense du diamant[1]. Par suite de l'élévation de la température d'inversion, plus de 3.000°, et de la pression extrême nécessaire, une étude plus complète de ce phénomène fut impossible, et l'auteur dut se rejeter sur des substances plus faciles à fondre. Le bismuth lui parut particulièrement propre à des recherches du même genre, non seulement à cause de son bas point de fusion (265°), mais aussi vu l'augmentation de densité relativement importante (3 %) qu'il présente à la fusion. Voici les observations d'un haut intérêt que M. Ludwig vient de faire sur ce corps[2].

Le métal employé contenait 99,6 % de bismuth et des traces d'antimoine, de cuivre, de plomb et de fer. Un creuset renfermant le métal préalablement fondu était introduit dans une bombe à pression et soumis en quelques secondes, avant qu'un refroidissement prononcé pût se produire, à une pression très élevée et égale, pendant la durée de laquelle les joints de l'appareil restaient absolument étanches. Dans ce but, on employait un accumulateur hydraulique, à poids ajustables, en combinaison avec une presse à huile de 300 tonnes.

Lorsqu'on soumet le bismuth fondu à une pression supérieure à 17.000 atmosphères, puis qu'on le laisse refroidir, en diminuant graduellement la pression, vers 3.000 atmosphères le piston se détend brusquement, montrant que le bismuth s'est soudainement dilaté. Il s'est donc formé aux hautes pressions une modification du bismuth de volume moindre, par conséquent de densité plus élevée qu'à la pression ordinaire; mais cette modification dense est peu stable et retourne rapidement à la modification commune, par une sorte d'explosion, quand la pression s'abaisse. Il y a là une analogie avec l'antimoine explosif.

Dans l'impossibilité d'obtenir cette modification instable à la pression ordinaire, l'auteur a essayé d'en préparer un composé plus stable, dans les conditions mêmes où elle se forme, et il s'est adressé à l'oxydation par décomposition de l'eau au moyen du bismuth fondu. Voici comment il opère : Le bismuth fondu est porté à la température de 280° dans le cylindre en acier-nickel de la bombe, puis recouvert d'un plongeur en magnésie mouillé avec de l'eau; en quelques secondes, on ferme la bombe et on la soumet à une pression de plus de 10.000 atmosphères. Un gaz se dégage avec un bruit semblable à un coup de fusil, mais la bombe résiste. Le cylindre est ramené à la température ordinaire, la pression abaissée et le gaz s'échappe. En enlevant le contenu de la bombe, le bismuth apparaît recouvert d'une masse brun-noir, qui a été enlevée et analysée : sa composition correspond à celle d'un monoxyde de bismuth, de formule BiO.

Ainsi, dans la modification dense du bismuth qui se forme sous les très hautes pressions, la diminution de volume s'accompagne d'une variation de la valence : le bismuth ordinaire trivalent devient bivalent et donne par oxydation le monoxyde BiO, encore peu connu, au lieu du trioxyde Bi^2O^3 qui se forme dans les conditions habituelles.

Pour s'assurer si ce phénomène est général, M. Ludwig a entrepris des expériences semblables sur l'antimoine et l'aluminium. Oxydé dans des conditions identiques, l'antimoine a donné, sous une pression de 6.000 atmosphères, un monoxyde SbO, et l'aluminium un corps blanc, qui n'a pu être analysé, mais qui diffère de l'alumine ordinaire, qu'il donne par oxydation, et auquel l'auteur n'hésite pas à attribuer la composition AlO. Voilà donc deux autres éléments trivalents qui se comportent comme bivalents sous des pressions considérables.

M. Ludwig se propose de continuer ces expériences sur d'autres éléments bi et quadrivalents. Si la généralité des faits qu'il a constatés se confirmait, il en résulterait des conséquences très importantes pour la théorie atomique.

§ 4. — Botanique

Les formations botaniques des maquis de la Corse. — Schimper avait émis l'idée que les maquis, groupe de formations fort important de la végétation méditerranéenne actuelle, ne constituent pas des formations autonomes, mais représentent seulement le sous-bois d'anciennes forêts méditerranéennes actuellement détruites. M. John Briquet, conservateur du Musée botanique de Genève, a soumis cette théorie à un examen serré, dont il a exposé les conclusions à la dernière réunion de la Société helvétique des Sciences naturelles, à Lausanne[1], et dont on trouvera le détail dans un ouvrage général sur la flore de la Corse, actuellement à l'impression.

L'auteur a fait d'abord une étude des caractères écologiques des essences dominantes des maquis, puis a suivi des forêts en Corse à tous les stades de leur développement, travail qui lui a été beaucoup facilité par l'Administration française des Eaux et Forêts.

Il donne, en commençant, un aperçu synoptique des formations étudiées. La *silve* comprend, en Corse, les quatre sous-groupes de formations suivants : 1° *Durisilve* (*Laubwald* à feuilles persistantes : chênaie à *Quercus suber* et à *Q. ilex*); 2° *Déciduisilve* (*Laubwald* à feuilles caduques : chênaie à *Quercus lanuginosa*, châtaigneraie et hêtraie); 3° *Conisilve* (*Nadelwald* : pineraie à *Pinus pinea*, *P. pinaster* et *P. laricio*, sapinaie); 4° *Ripisilve* (*Auenwald* : aulnaie, oseraie et tamariçaie).

La brousse comprend les trois sous-groupes de formations suivants : 1° *Maquis* (brousse à feuilles persis-

[1] *Zeitschrift für Elektrochemie*, t. VIII, p. 273-281 (1902).
[2] *Journal of the American Chem. Soc.*, t. XXXI, p. 1130-1136 (1909).

[1] *Archives des Sc. phys. et nat.*, 4e sér., t. XXVIII, n° 11, p. 488 (15 nov. 1909).

antes : haut maquis, cistaie, halimiaie, buxaie); 2° *Thamnée* (brousse à feuilles caduques : vernaie, berbéridaie, junipéraie, rhamnaie, génistaie); 3° *Ouédée* (brousse à sous-sol périodiquement inondé : nériaie).

Les conclusions tirées par M. Briquet de ses recherches sont les suivantes : Au point de vue écologique, le maquis n'a aucun des caractères d'un sous-bois. Les essences qui le composent ont, dans leur grande majorité, un caractère d'héliophilie prononcé, et non pas de scotophilie. En fait, le maquis ne se présente comme sous-bois qu'à titre temporaire, là où l'homme a dérangé l'équilibre écologique de la silve. La silve méditerranéenne laissée à elle-même exclut le maquis spontanément, rapidement et sûrement. Les forêts de durisilve et de conisilve purement méditerranéennes ne comportent à l'état vierge aucun maquis en sous-bois. Silve, maquis et guarigue sont des formations parallèles, à genèse indépendante, répondant à des conditions de développement différentes. En revanche, la proportion du terrain occupé par ces trois groupes a été dérangée par l'homme (feu et pacage), de telle sorte que le maquis et la garigue ont pu, dans la suite des temps, prendre un développement énorme par rapport à la silve, alors que primitivement cette dernière devait prédominer, ce qui, pour la Corse en tout cas, est attesté historiquement.

§ 5. — Zoologie

Le VIIIe Congrès international de Zoologie. — Sur l'invitation du Ministère autrichien des Cultes et de l'Instruction publique, le Congrès international de Zoologie tiendra sa 8e session à Graz (Styrie) du 15 au 20 août 1910. Non seulement tous les zoologistes sont invités à y prendre part, mais encore les amis des Sciences naturelles, dames et messieurs.

Le programme provisoire prévoit cinq grandes séances plénières, le matin, réservées à des conférences d'intérêt général, et l'après-midi des séances de sections, où seront surtout faites des démonstrations dans les laboratoires d'Histoire naturelle de l'Université. Des excursions auront lieu aux environs de Graz, et, à l'issue du Congrès, une excursion à Trieste et sur la côte dalmate jusqu'aux bouches de Cattaro.

Pour tous renseignements, s'adresser au Comité d'organisation, 2, Universitätsplaz, Graz.

Le Mosquero. — On désigne sous ce nom, dans certaines régions du Mexique, le nid d'une araignée, qui est couramment employé dans les habitations comme piège à mouches. Cette coutume, dont l'origine doit remonter à une époque assez reculée, s'est conservée parmi les descendants des Indiens tarasques qui habitent le Michoacan. M. L. Diguet a eu l'occasion de l'observer au cours d'une Mission au Mexique et il a rapporté sur le *mosquero* et l'araignée qui le produit des renseignements des plus intéressants[1].

A la saison des pluies, les maisons des villages sont envahies par une grande quantité de mouches et d'insectes; pour s'en débarrasser, les indigènes vont cueillir, dans les endroits boisés des montagnes, les rameaux de l'arbre portant le nid de l'araignée, puis ils le suspendent au plafond de leurs appartements.

L'araignée du *mosquero*, qui vient d'être décrite par M. Eug. Simon[2] sous le nom de *Cœnothele gregalis*, appartient à la famille des Dictynidées; c'est un animal aux formes massives et trapues, de petite taille, mesurant à peine 4 ou 5 millimètres. Vivant constamment en recluses dans un nid qui a été édifié surtout en vue de l'élevage de la progéniture, les *Cœnothele* sont d'une allure assez lente; elles ne sortent de leur repaire que pour l'abandonner définitivement et le laisser aux jeunes qui le conservent pour l'hivernage.

On rencontre habituellement leurs nids sur les chênes qui croissent à une altitude voisine de 2.500 mètres, en particulier le *Quercus polymorpha* dont les rameaux touffus et contournés se prêtent à merveille à l'agencement d'une nidification qui rappelle celle des chenilles processionnaires. Ces nids sont de dimensions variables : ils peuvent couvrir jusqu'à 2 mètres carrés. Ils sont constitués extérieurement par une enveloppe composée de deux sortes de fils : les uns, sécrétés par les filières, forment les câbles qui, s'étendant d'une branche à l'autre, maintiennent l'édifice; les autres, dits *calamistrés*, plus mous et franchement agglutinants, servent à capturer les proies. L'intérieur de cette poche est rempli par un lacis de fils inextricablement enchevêtrés, entre lesquels de nombreuses alvéoles et galeries sont ménagées, ce qui donne à la masse un aspect spongieux.

La surface du nid, comme la partie intérieure, est toujours d'une propreté remarquable, car la colonie comprend en commensalité un très petit coléoptère lathridide, le *Corticaria nidicola* Grouv., long environ d'un millimètre, qui se rencontre en très grande abondance dans toutes les parties du *mosquero*. Le rôle social qui paraît incomber dans la communauté à cet infime commensal est de faire disparaître tous les détritus qui finiraient à la longue par encombrer ou souiller les galeries.

Le *mosquero* s'accroît concentriquement, pour ainsi dire, après chaque capture; lorsqu'un insecte est venu se faire prendre, il est immédiatement saisi et recouvert de toile par l'araignée, qui en fait alors sa proie; le *Corticaria* vient ensuite et bénéficie des restes du cadavre, qu'il fait progressivement disparaître, laissant ainsi une place vide qui devient une nouvelle alvéole qu'occupera ensuite l'hôte du logis.

Dans la nombreuse colonie du *mosquero*, le commensalisme ne s'arrête pas au minuscule coléoptère : on y rencontre encore une araignée errante de la famille des Drassides, le *Pœcilochroa convictrix* Simon, qui, trouvant apparemment une existence facile et bien assurée, s'est fait l'hôte du logis. Cette dernière espèce doit, selon toute vraisemblance, bénéficier en temps courants des captures journalières; mais si, pour une cause quelconque, les vivres habituels viennent à manquer, il est probable qu'elle doit avoir recours pour son alimentation aux *Cœnothele* qui lui donnent asile.

La région et les conditions climatériques sous lesquelles vivent les *Cœnothele* présentent une nouveauté au point de vue biologique : toutes les araignées sociales qui ont été jusqu'ici décrites habitent des localités chaudes et désertiques; l'espèce qui a été étudiée par M. Diguet se rencontre, au contraire, dans une région élevée, par conséquent assez froide, et, de plus, très humide pendant une partie de l'année. De telles conditions peuvent se rencontrer facilement dans les habitations; c'est donc la cause qui a permis l'emploi de ces intéressants animaux dans les usages domestiques.

Le *mosquero*, quoique n'exhalant pas d'odeur bien appréciable, n'en exerce pas moins, cependant, une très notable action sur les mouches, car, si l'on recouvre complètement ces nids d'une enveloppe de papier, on constate que les mouches viennent s'y fixer en abondance, ce qu'elles ne font pas sur un papier placé à côté dans les mêmes conditions.

Quoique de faible taille, l'habitante du *mosquero* s'attaque à des proies beaucoup plus volumineuses que la mouche domestique; on a pu constater que des guêpes, des Tabanidés et même des œstres s'étaient capturés et avaient servi de pâture. Aussi dans les *corales* où l'on enferme les chevaux et, en général, les bestiaux, a-t-on coutume, dans les villages du Michoacan, de placer souvent des *mosqueros*, afin de préserver les animaux des piqûres des insectes ailés.

[1] *Bulletin de la Société nationale d'Acclimatation*, t. LVI, p. 368 et suiv.

[2] *C. R. Acad. des Sc. de Paris*, numéro du 15 mars 1909, p. 736.

En somme, la nidification du *Cœnothele* se présente à bien des points de vue comme une nouveauté digne d'intérêt.

§ 6 — Géographie et Colonisation

La carte internationale du monde au millionième. — Depuis longtemps, on a agité la question de l'exécution d'une carte internationale de la Terre, donnant une représentation de tous les pays avec le même méridien central, la même échelle, les mêmes notations. Tous les Congrès internationaux de Géographie, depuis celui de Berne en 1891, ont émis des vœux dans ce sens. Le dernier en date, celui de Genève en 1908, avait même rédigé un avant-projet et exprimé le désir qu'une Conférence internationale tranchât définitivement la question.

Sur l'invitation du Gouvernement anglais, cette Conférence s'est réunie à Londres le 15 novembre; elle comprenait des délégués de France, d'Angleterre, d'Allemagne, d'Autriche, d'Espagne, des Etats-Unis, du Canada et de l'Australie. La France y était représentée par M. Vidal de la Blache, professeur à la Sorbonne, M. Ch. Lallemand, directeur du Nivellement général de la France, et le commandant Pollacki, du Service géographique de l'Armée. Dans sa séance de clôture du 20 novembre, elle a arrêté les bases essentielles de la nouvelle carte.

Le premier méridien choisi est celui de Greenwich, pour la raison qu'il est employé sur toutes les cartes marines et qu'il est le plus répandu. L'échelle sera celle du millionième, soit un millimètre par mètre. Les cotes d'altitude et de profondeur seront en mètres. Le relief sera figuré par des courbes de niveau distantes de 100 mètres pour les faibles altitudes et à intervalles plus éloignés pour les hautes altitudes jusqu'à 7.000 mètres; au delà, il n'y aura pas de courbes de niveau. Les intervalles entre les courbes seront colorés par des teintes d'intensité croissante, d'abord vertes, puis brunes, comme celles qui sont en usage sur les cartes anglaises de Bartholomew; au delà de 7.000 mètres, il n'y aura que du blanc. Les mers seront en teintes bleues, se foncant avec la profondeur. Les notations seront partout les mêmes, pour les fleuves et les rivières, leur navigabilité, les routes principales et secondaires, les chemins de fer en exploitation et en construction, les lignes télégraphiques, etc. Les noms seront en caractères latins, dans la forme adoptée par leur pays d'origine; des règles spéciales seront tracées pour transcrire les noms des autres langues en caractères latins.

La projection adoptée est d'un type polyconique choisi de manière à fausser le moins possible les dimensions réelles et à faciliter le raccordement des différentes cartes. Chaque carte comprendra, jusqu'au 60e parallèle, 6 degrés en longitude et 4 degrés en latitude; à partir du 60e parallèle, en raison du rétrécissement des fuseaux, 12 degrés en longitude.

Il s'agit, on le voit, d'une œuvre considérable, qui est appelée à rendre les plus grands services; il faut espérer que chaque pays en entreprendra bientôt l'exécution, pour la part qui le concerne.

§ 7. — Sciences médicales

Transmission expérimentale de la paralysie infantile au singe. — On a quelque peine à admettre *a priori* que les maladies systématisées du système nerveux central puissent relever du parasitisme microbien. Tous les neurones étant, au moins en apparence, équivalents les uns aux autres, de même constitution, de même composition, on ne saurait concevoir que des germes se développent dans les cornes antérieures, à l'exclusion des cornes postérieures, dans les cordons latéraux plutôt que dans les cordons postérieurs de la moelle épinière. Dans la paralysie infantile, par exemple, la lésion anatomique est localisée dans les groupes des grandes cellules ramifiées des cornes antérieures de substance grise de la moelle épinière, les autres parties du système nerveux central étant ou tout au moins pouvant être en général absolument saines.

Or, on vient précisément d'établir qu'il est possible de réaliser expérimentalement chez le singe les lésions et les symptômes de la paralysie infantile.

Ce sont d'abord Landsteiner et Popper qui, les premiers, en injectant, dans le péritoine d'un *Cynocephalus hamadryas* et d'un *Macacus rhesus*, une émulsion de moelle épinière provenant d'un enfant ayant succombé à la suite d'une poliomyélite typique (paralysie infantile), ont fait apparaître, chez ces animaux, après une incubation de dix-sept jours, une paralysie localisée aux membres inférieurs, et ont constaté à l'autopsie des lésions inflammatoires et dégénératives de la substance grise de la moelle et du cerveau. Ce sont ensuite Knœpfelmacher, Flexner, Leiner et Wiesner qui répètent avec le même succès les expériences, ces deux derniers auteurs réussissant à transmettre la maladie en série aux singes. Ce sont encore Krause et Meinike qui auraient provoqué des paralysies chez le lapin à la suite d'inoculations de suc de rate, de cerveau et de liquide céphalo-rachidien provenant de sujets atteints de poliomyélite.

Landsteiner et Levaditi[1] publient le résultat d'une tentative intéressante faite sur le chimpanzé. Des fragments de moelle dorsale et lombaire, recueillis à l'autopsie pratiquée à Vienne le 8 novembre sur un enfant atteint de poliomyélite typique, mort le 6, sont reçus à Paris le 10 novembre. La récolte avait été faite aseptiquement; ces fragments furent triturés dans 20 centimètres cubes d'eau salée, et l'émulsion fut injectée, à la dose de 5 centimètres cubes, dans le péritoine d'un chimpanzé femelle. Le 17 novembre, soit 7 jours après l'injection, on trouve le chimpanzé couché, la tête penchée, la bouche ouverte, les gencives couvertes de sang coagulé, incapable de se déplacer, malgré ses efforts. On note une paralysie complète du pied droit, et une paralysie presque complète de la jambe gauche. L'animal meurt dans la nuit du 17 au 18; l'examen est pratiqué le 18 novembre. La substance grise de la moelle, dans toute son étendue, est nettement hyperémiée; les méninges sont congestionnées; le liquide céphalo-rachidien est trouble et riche en leucocytes. A l'examen microscopique, on constate des nodules inflammatoires riches en globules blancs polynucléaires en partie détruits; dans la région lombaire, il y a disparition presque complète des cellules nerveuses, réduites à l'état de vestiges; ces cellules sont fragmentées et dissociées par des leucocytes mono- et polynucléaires.

Avec une émulsion de la moelle de ce chimpanzé, on pratique une inoculation dans le cerveau et dans le péritoine de deux *Macacus cynomolgus*; les deux animaux se paralysèrent après une inoculation de cinq jours; l'examen microscopique de la moelle lombaire montra les lésions typiques de la poliomyélite.

Voilà des faits intéressants; ils conduiront à des conclusions importantes, sans doute, quand ils auront été multipliés et méthodiquement analysés.

§ 8. — Sciences diverses

Un nouveau périodique. — Le 1er janvier paraîtra le premier numéro de la *Technique Aéronautique*, revue générale des Sciences appliquées à la Locomotion aérienne. Cette revue bi-mensuelle, dirigée par le Lieutenant-Colonel Espitallier, compte notamment dans son Comité de rédaction MM. Appell, Painlevé, Lecornu, Commandant Renard, Marchis, Commandant Roche.

[1] *C. R. Soc. de Biologie* du 27 novembre 1909, p. 592-594

PHYSICO-CHIMIE ET PSYCHOLOGIE

Cette étude doit être considérée comme faisant suite, dans une direction importante, à l'article intitulé *Physico-Chimie et Biologie*, qui a paru dans cette *Revue* le 30 juin 1908 et auquel il peut y avoir utilité pour le lecteur à se reporter.

Trois hypothèses fondamentales sont indispensables, selon nous, pour servir de base à la Psychologie physico-chimique : une hypothèse chimique, une hypothèse électrique et une hypothèse neuro-épaphéique.

I. — Hypothèse chimique.

Il y a lieu d'admettre d'abord que toute réaction de départ d'un être vivant quel qu'il soit, être vivant initial ou être vivant engendré, être vivant animal ou être vivant végétal, est fondamentalement une oxydation de carbone. A ce point de vue, l'être vivant végétal est plus compliqué que l'être vivant animal, puisqu'il s'est introduit dans la réaction initiale, grâce à l'intervention spécifiquement appelée d'une énergie externe, en plus du phénomène fondamental de l'oxydation du carbone constitutif du milieu interne, l'épiphénomène, ayant fini par prédominer, de la réduction de l'acide carbonique externe. L'être végétal n'ayant que des rapports éloignés avec la psychologie, nous ne nous en occuperons pas dans cette étude, afin de porter toute notre attention sur l'être animal qui, au contraire, est apte à acquérir un extrême développement psychique.

Il y a lieu d'admettre ensuite que tout se passe énergétiquement, dans la réaction qui constitue l'être vivant envisagé à un stade quelconque de son évolution, comme si l'oxygène externe se portait uniquement et exclusivement sur le carbone considéré comme s'étant libéré de ses combinaisons avec les autres éléments du tissu au moment même de l'oxydation de celui-ci.

Il résulte immédiatement de cette hypothèse que la réaction vivante — réaction qui, en atteignant un degré élevé de complexité, peut arriver à se mouvoir, à penser et à s'exprimer — doit être considérée comme n'étant au fond qu'une oxydation de carbone qui s'effectuerait dans des conditions exceptionnelles de température : 40° C. environ, au lieu de la température habituelle extrêmement élevée de cette réaction.

Mais comment expliquer le fait de cette combustion à basse température, contraire, en apparence, à l'une des données les plus fondamentales de la Chimie? La contradiction n'est vraiment qu'apparente et le phénomène se ramène à un fait d'ordre courant si, conformément aux vues développées dans l'article rappelé ci-dessus, on admet enfin que, dans le tissu animal incessamment formé aux dépens des matériaux alimentaires, — grâce à un nombre considérable de réactions ou échanges internes préparatoires dont nous n'avons nullement à nous occuper ici, — tissu animal qui va subir l'oxydation, tout ce qui n'est pas le carbone lui-même, donc toute la série des corps simples généralement désignés sous le nom d'éléments biogéniques, sont des thermo-catalyseurs du carbone, c'est-à-dire des éléments destinés non pas à accélérer l'oxydation, mais bien à abaisser la température d'oxydation de ce corps. C'est la présence, par surcroît, de catalyseurs spéciaux qui permettrait à une telle réaction d'effectuer, en outre, la réduction de l'acide carbonique externe — caractéristique de la vie végétale — en faisant spécifiquement appel à une énergie également externe.

Le tissu de tout être vivant doit donc nécessairement renfermer un assez grand nombre de corps simples en dehors du carbone pour que ce dernier puisse s'oxyder à environ 40°. Mais on conçoit que la quantité agissante de chacun de ces corps simples par gramme de tissu doive s'évaluer ici, non en milligrammes, mais vraisemblablement en millièmes ou millionièmes de milligramme, puisqu'il s'agit d'actions catalytiques, et l'on conçoit de même que la nature, le nombre, les quantités agissantes, le rang d'introduction, l'ordre d'association de ces corps dans le tissu puissent varier à l'infini et, par conséquent, donner lieu, dans chaque cas, non seulement à des températures de réaction différentes, variant nécessairement par millièmes ou millionièmes de degré, mais encore à des réactions différenciées auxquelles correspondent des êtres individuels différents. Ce qui caractérise les espèces, les races, les individus et jusqu'à l'individu lui-même à des moments différents de son existence : éveillé ou plongé dans un sommeil tranquille, calme ou excité, sain ou malade, ce seraient la nature, le nombre, la proportion, l'ordre d'association et l'ordre topographique dans le tissu à oxyder, des thermo-catalyseurs du carbone. Chaque état, quel qu'il soit, de l'être vivant en général, et se différenciant si peu que ce soit d'un autre état, ne fût-ce même que d'une manière purement psychique pour un même individu considéré à des périodes de temps différentes, aurait sa représentation chimique fondamentale spéciale, entendue à la façon qui précède et qu'un procédé d'analyse infinité-

simal extrêmement délicat pourrait déceler; et, pour ce qui concerne les espèces, il est même vraisemblable qu'une fine analyse, effectuée par les procédés courants, de l'œuf ou de ce qui représente l'œuf chez les animaux inférieurs, suffirait à déceler leur différenciation chimique, en comprenant celle-ci à la façon qui précède.

II. — Hypothèse électrique.

Au point de vue électrique, il y a lieu d'admettre, ainsi que nous l'avons fait dès 1893[1], que toute particule de tissu à grande oxydation, telle qu'une fibre musculaire, est nécessairement reliée à un filament nerveux, ou plus exactement à un cylindre-axe de filament nerveux, ayant commencé par n'être rudimentairement qu'un simple point catalytique odogénétique dans l'embryon ou dans le fœtus et ayant fini, en se multipliant linéairement à mesure de l'accroissement de l'organisme, par devenir filiforme. La résistance électrique du filament devant nécessairement augmenter avec son propre accroissement linéaire, il joue le rôle de conducteur d'une fraction qui devient ainsi de plus en plus réduite de l'énergie produite sous forme électrique par la particule en voie d'oxydation, pendant que des courts-circuits odogénétiques compensateurs se forment au sein de cette particule pour assurer la constance nécessaire de l'écoulement de la totalité de l'énergie.

De telle sorte que toute fibrille musculaire, en voie d'oxydation continuelle mais nécessairement variable, avec son filament nerveux centripète allant au cortex par la moelle et son filament nerveux centrifuge allant du cortex par la moelle au plasma oxydant baignant la fibrille même, constituerait un circuit électrique constamment fermé dans lequel circulerait — peut-être électrolytiquement ou microphoniquement — une très minime fraction de l'énergie d'oxydation du carbone de son tissu.

Un animal supérieur, l'homme notamment, renfermerait donc ainsi des milliers ou des millions de circuits électriques fermés passant par le cerveau et parcourus chacun par un courant de force électromotrice à peu près uniforme et d'intensité variable, représentant une fraction extrêmement petite, mais déterminée pourtant, de l'énergie courante d'oxydation de la fibrille musculaire dont il émane. Par conséquent, la valeur de chacun de ces courants serait à tout instant fonction à la fois de l'assimilation et de la désassimilation, de l'oxydation et du dépôt qui se produisent dans la fibrille musculaire d'où il part, puisque les uns correspondent aux autres. Et, si l'on envisage l'ensemble des courants dans l'organisme tout entier, il y aurait ainsi un *état de répartition générale* de leurs valeurs relatives, qui serait la représentation exacte de la réaction chimique totale vivante dans son état actuel; l'état le plus uniforme d'oxydation, qui correspond au sommeil paisible, constituerait ce que l'on peut appeler l'état *normal* de la réaction vivante.

Évidemment, en envisageant les choses de la façon qui précède, nous semblons admettre que tous les circuits électriques sont distincts les uns des autres et sans communication entre eux, ou bien n'ayant entre eux que des communications d'importance absolument invariable, ainsi que cela a vraisemblablement lieu dans la moelle. Si pourtant, à un endroit déterminé de leur parcours, i existait entre eux des communications dont la valeur pût varier, il en résulterait des fluctuations qu'il faudrait examiner de près.

Or, précisément, c'est ce qui se produit à l'endroit du cerveau où l'on voit, dans la substance grise, chacun des circuits dont nous venons de parler présenter, sous forme de neurones et de leurs développements, des aspérités extrêmement mobiles paraissant pouvoir brusquement soit se prolonger en appendices, soit se pelotonner en forme de perles.

III. — Hypothèse neuro-épaphéique.

Il y a donc lieu, à cause de ce fait frappant en concordance avec les nécessités que nous recherchons, d'admettre, comme troisième hypothèse fondamentale, que toute excitation — soit externe et arrivant au cerveau par l'intermédiaire des organes des sens, soit interne et provenant alors d'excitations externes antérieures musculairement fixées par dépôts assimilateurs correspondants et pouvant dès lors renouveler leur action par la simple oxydation courante de ces derniers — accroît la conductibilité nerveuse et que, lorsque les neurones se prolongent au lieu de se perler, c'est pour faire face à la nécessité qu'il y a d'établir des voies de conduction qui puissent faire dévier dans d'autres circuits le surcourant nerveux qui provient de la suroxydation momentanée provoquée par l'excitation : les contacts fugitifs (que nous avons appelés *épaphées*) qui se produisent entre les appendices des neurones excités et voisins créent ainsi les voies de conduction nécessaires.

Tel serait le mécanisme intime de la variation successive incessante, neuro-épaphéiquement provoquée pendant les périodes d'excitation de l'organisme, de *l'état de répartition générale* de la valeur relative des courants dans l'ensemble des circuits plasmo-neuro-musculaires. La mobilité neuro-épa-

[1] *Du Rôle de l'Électricité dans les Phénomènes de la Vie animale.* Bruxelles, Hayez.

phéique serait extrême, et donnerait lieu à des états successifs de répartition générale des épaphées dans la substance grise, qui seraient exactement aussi complexes que les états de répartition des excitations sensorielles elles-mêmes sur les ramifications infinies du système nerveux à l'endroit des sens. Le dépôt assimilateur, dans chaque fibrille musculaire, étant fonction aussi bien de la valeur du courant que de la valeur de l'oxydation, celle-ci générant celui-là, on conçoit que les *fibres musculaires, dans tout l'organisme, porteront topographiquement des traces matérielles persistantes provenant à la fois de chaque répartition générale sensorielle de l'action excitatrice passagère et des états correspondants de répartition générale des courants et de l'oxydation, quels que soient le nombre et la rapidité de succession de ces états différenciés.* Le muscle se cliche ainsi chaque fois différemment, matériellement, profondément, en raison exacte de l'excitation immédiate ou médiate, après que celle-ci s'est elle-même clichée, mais seulement épaphéiquement et fugacement, dans le commutateur-cerveau. Chaque cliché musculaire distinct, matériel et persistant, peut donc représenter un état de passage de l'excitation sensorio-neuro-cérébrale continue que nous appelons *la pensée*, et qui pourrait être exactement traduite sous cette forme continue si l'on pouvait réaliser et fixer la cinématographie de ces clichés plus directement et mieux que ne la réalise l'organisme lui-même par la parole et l'écriture. Le cerveau est le carrefour, et le tissu à grande oxydation est la table d'impression ou d'incrustation de la pensée : la mémoire est dans le muscle et la pensée sort du muscle où elle est originairement produite par la variation topographiquement complexe de l'oxydation de son carbone provoquée par l'excitation immédiate ou médiate de complexité équivalente des extrémités infimes et épanouies des prolongements nerveux qui achèvent le muscle en constituant les sens. Les espèces, les races, les individus pensent en raison de leur système musculaire et de l'épanouissement sensoriel et épaphéique du système nerveux qui l'achève, et en raison de la nature, du nombre, de la proportion, de l'ordre d'association et de l'ordre cyto-topographique des thermo-catalyseurs de leur carbone à oxyder, et par conséquent aussi de l'ordre cyto-topographique de celui-ci même.

IV. — Conclusion.

Comme on vient de le voir, pour la Psychologie si mystérieuse encore, psychologie néant, pourrait-on dire, malgré les progrès de la Physiologie d'où elle part et qui, quant à elle, est devenue franchement physico-chimique, une théorie appuyée sur trois hypothèses fondamentales, moins audacieuses que bien d'autres hypothèses modernes généralement tolérées et qu'il s'agit d'ailleurs d'affirmer ou d'infirmer, permet d'expliquer toutes les circonstances principales qui la caractérisent. On peut dire que tout se passe dans les phénomènes psychologiques comme si les hypothèses et la théorie précédentes exprimaient la réalité. Et, au moment où la généralité de la conception qui fait résider la Physico-chimie à la base des phénomènes généraux de l'Univers s'impose de plus en plus aux investigations de dernier ressort des esprits pénétrants, il est permis de ne plus exclure le psychisme individuel et social de son champ d'action et d'escompter que les hypothèses que nous venons de formuler — comme tant d'autres qui furent aussi d'abord simplement explicatives avant d'être démontrées — pourront s'appuyer de faits probants nouveaux qui en amèneront finalement l'adoption; dans l'état actuel de la science, elles constituent par elles-mêmes tout un programme de recherches, que l'on pourrait résumer de la manière suivante :

1° Démontrer, par des recherches originales, que la température d'oxydation du carbone baisse lorsqu'il est préalablement associé à des éléments dits biogéniques que nous appelons des thermo-catalyseurs; chercher à établir une loi des chutes de la température d'oxydation du carbone en fonction du nombre, de la nature, de la proportion des susdits éléments, l'hydrogène et l'azote figurant dans le composé devant être considérés comme énergétiquement aussi saturés dans les ingesta qu'ils le sont dans les excreta;

2° Définir la partie du tissu des êtres vivants, à tous les degrés de leur hiérarchie, qui doit être essentielle et comparable au point de vue thermo-catalytique;

3° Définir les meilleurs procédés d'analyse pour déterminer le nombre, la nature, la proportion et l'ordre topographique des thermo-catalyseurs du carbone dans la partie considérée comme essentielle et comparable du tissu de tous les êtres vivants;

4° Différencier l'être animal de l'être végétal par les caractéristiques de leurs thermo-catalyseurs respectifs;

5° Différencier les espèces par les caractéristiques de leurs thermo-catalyseurs respectifs;

6° Différencier les races par les caractéristiques de leurs thermo-catalyseurs respectifs;

7° Différencier l'individu à différents âges ou dans différentes conditions de vie par les variations des caractéristiques de ses thermo-catalyseurs;

8° Chercher à prouver que le nerf conduit électriquement lorsque le courant est *approprié*, c'est-à-dire provient de l'oxydation du tissu même auquel il est relié, oxydation s'effectuant à la tem-

pérature biogénique, et qu'il y a ainsi circuit électrique : muscle, nerf, centres, plasma oxydant;

9° Chercher à établir un parallélisme entre le nombre de combinaisons possibles et différenciées d'actions des sens, le nombre d'états différenciés de la répartition générale dans l'organisme tout entier du courant électro-nerveux et le nombre d'états différenciés de la répartition générale dans l'organisme tout entier des thermo-catalyseurs du carbone;

10° Définir au point de vue fonctionnel l'épaphéisme cérébral.

Je consacrerai une somme de cinquante mille francs à récompenser les travaux ayant trait à ces dix questions qui seront adressés avant le 1er janvier 1914 à l'Institut Solvay (Physiologie), à Bruxelles. Ces travaux pourront être rédigés en français, en allemand, en anglais ou en italien. Ils seront soumis à l'appréciation d'une Commission de trois membres désignés par la Direction de cet Institut; cette Commission décidera de l'octroi des récompenses.

Ernest Solvay.

LA RÉCENTE CROISIÈRE DE LA REVUE GÉNÉRALE DES SCIENCES

EN TURQUIE, ROUMANIE, CRIMÉE ET BULGARIE

(SEPTEMBRE-OCTOBRE 1909)

La *Revue générale des Sciences*, qui a consacré des monographies détaillées à plusieurs pays visités par ses croisières, n'a que rarement rendu compte de ces expéditions elles-mêmes. C'est qu'en général les voyages auxquels elle convie nos compatriotes ont pour but de leur faire connaître l'état actuel des nations étrangères, non de gagner des contrées inexplorées ou d'effectuer des observations inédites.

Nous ne saurions cependant passer sous silence, en raison des conditions particulières où elle s'est accomplie, la croisière que nous avons récemment conduite en Turquie, en Roumanie, en Crimée et en Bulgarie[1]. La Roumanie, vers laquelle n'avait encore été dirigé aucun de nos voyages de touristes, devait surtout nous retenir. On sait qu'elle compte aujourd'hui parmi les nations les plus prospères de l'Europe : l'extraordinaire rapidité de son développement depuis son émancipation définitive de la tutelle ottomane, l'hérédité et l'éducation latines des Roumains, la haute culture d'un grand nombre d'entre eux, la diffusion de notre langue parmi les plus instruits, leurs sympathies marquées pour la France, tout nous incitait à les aller voir, à visiter leurs plus belles provinces, au moins comme prélude à une étude plus approfondie de leur pays. Ce qu'en une courte tournée nous en avons déjà aperçu réclamerait ici une longue description, si nous ne nous réservions de présenter quelque jour à nos lecteurs un tableau plus complet de l'ensemble du monde roumain. Mais le remerciement que nous devons à la Roumanie pour la façon à la fois magnifique et cordiale dont elle a reçu notre caravane ne saurait être différé, et nous avons aussi à rendre grâces à diverses nations amies qui ont de même voulu, en nous fêtant, fêter et glorifier notre patrie. Sur tout notre parcours, souverains et gouvernants, habitants des villes ou humbles populations rurales nous ont témoigné de la façon la plus touchante leur sympathie pour la France. La brève relation que nous allons donner de notre voyage n'a d'autre but que de leur exprimer à tous la reconnaissance de la *Revue* et de ses touristes.

I

Rarement *Ile-de-France* avait compté plus de passagers. Notre nombre s'élevait, en effet, à 206. Il comprenait des savants de spécialités diverses, des mathématiciens, des chimistes, des géologues, des biologistes, des médecins, des historiens, des juristes, des ingénieurs, des industriels, des dames.

A leur intention, les trajets maritimes avaient été tracés à l'abri des côtes et réduits, par la multiplication des escales, à de courtes traversées. C'est ainsi que, partis de Marseille de grand matin, nous longions dès midi les montagnes boisées de la Corse et arrivions le lendemain en Campanie. Après nous être empli les yeux de la sereine beauté de la baie de Naples, toute ruisselante de lumière sous la chaude ardeur du jour, une longue flânerie dans les jardins de citronniers et les monuments d'Amalfi prolongea nos délices. La nuit nous suffit pour gagner l'infortunée Messine, une matinée pour explorer ses décombres. Deux heures plus tard, *Ile-de-France* nous déposait à Giardini, d'où nous nous rendîmes en voiture à Taormine, et le surlendemain nous abordions à Délos.

[1] *Chez les Latins, les Slaves, les Tatars et les Turcs des Balkans, des Carpathes et de la Tauride*, XLIIe croisière de la *Revue générale des Sciences* (14 septembre-11 octobre 1909).

Entre temps, nous avions entendu une fine et substantielle conférence de M. Auguste Gauvain sur la Jeune Turquie, et M. Charles Diehl, résumant les grandes phases de l'histoire monumentale de Constantinople, nous avait indiqué la meilleure manière de visiter cette grande capitale pour bien saisir l'enchaînement des événements dont elle fut le théâtre depuis le vi^e siècle jusqu'à nos jours. Un régal du même ordre nous attendait au berceau d'Apollon : M. Maurice Holleaux, directeur de l'École française d'Athènes, avait eu, cette année encore, la grande amabilité, dont nous le remercions, de s'y rendre pour nous en faire les honneurs. Ses savants commentaires ont grandement ajouté à l'intérêt, déjà considérable, qu'offrent pour tout visiteur les docks et les magasins de la ville antique, les demeures, parfois somptueuses, de ses riches négociants, les temples et sanctuaires de son téménos, ses statues archaïques, enfin le mobilier de la période hellénistique, dont une construction provisoire abrite en ce moment les restes. Tout notre après-midi fut, pour notre plus grand profit, employé à étudier ces précieux témoins d'une suite de civilisations disparues, à admirer l'œuvre grandiose accomplie dans l'île par l'École française d'Athènes, grâce à l'intelligente munificence du duc de Loubat.

Un petit arrêt au village pittoresque de Ténédos, célèbre depuis Ulysse, le passage, à marche lente, du détroit des Dardanelles et la perspective de débarquer le lendemain matin aux Iles des Princes rendirent les passagers indulgents à une conférence du signataire de ces lignes sur la Roumanie.

Après une pleine matinée passée dans les bruyères de Prinkipo sous la toiture des pins, nous nous rembarquions, et deux heures plus tard *Ile-de-France* défilait devant la rangée des mosquées et des minarets de Stamboul pour aller jeter l'ancre à Galata.

II

A peine le navire parvenait-il en rade que deux collaborateurs de S. E. Halid Bey, préfet de Constantinople, vinrent de sa part nous convier à un banquet improvisé en notre honneur. Avec joie nous nous rendîmes à cette gracieuse invitation, profondément touchés de la pensée qui l'avait dictée, charmés aussi de nouer amitié avec les plus hauts dignitaires de l'Empire Ottoman. S. E. Riffaat Pacha, ministre des Affaires étrangères, S. E. Talat Bey, ministre de l'Intérieur, S. E. B. Haladjian, député de Constantinople, ministre du Commerce et des Travaux publics, docteur en droit de la Faculté de Paris, S. E. Djavid Bey, ministre des Finances, le Dr Riza Tewfik, député d'Andrinople, Ismaël Hakki Bey Baben Zédé, député de Bagdad, Suleiman Effendi, député de Beyrouth, le général Semi Pacha, M. Mehemed Fouad Houloussi, député de Tripoli de Syrie, Midhat Bey, député de Salonique, Mohammed Ali Bey, député de Mossoul, Satvéty Zia Bey, directeur politique du « Yéni-Gazetta », ancien Conseiller d'État, M. Chevkett Djénany, maire de Bechiktache, personnages avec la plupart desquels le directeur de la *Revue générale des Sciences* avait déjà eu l'honneur d'entrer en relation, vinrent témoigner par leur participation à cette fête les sentiments de la Jeune Turquie à l'égard de la France. La présence de M. Bompard, ambassadeur de France, de ses principaux collaborateurs et de quelques éminentes personnalités de la colonie française achevait de donner à cette réunion son véritable caractère de manifestation courtoise envers notre patrie.

C'était la première fois qu'en territoire turc ministres et autorités diverses de la Sublime-Porte se trouvaient rassemblés avec un si grand nombre de Français et pouvaient s'entretenir librement avec eux des choses de la politique, des aspirations de la Jeune Turquie, des emprunts qu'elle a déjà faits et qu'elle entend faire aux doctrines et aux institutions libérales d'Occident. Ces aspirations mêmes s'étaient fait jour dans la révolution accomplie en Turquie, et plusieurs d'entre nous, qui connaissaient personnellement des membres du Cabinet turc actuel, en avaient été depuis longtemps informés. C'est que la plupart des ministres aujourd'hui au pouvoir ont fait leurs études en France et puisé dans nos Écoles, particulièrement à la Faculté de Droit de l'Université de Paris, cette passion du juste, ce sentiment profond et impérieux de la fraternité des hommes, de la liberté des croyances et de l'égalité de tous devant la loi que la philosophie française a proclamés principes universels et introduits dans la conscience des nations. L'hommage rendu à ce sujet à notre patrie au cours des toasts prononcés, l'admiration exprimée en retour aux vaillants réformateurs de la société ottomane nous firent sentir à tous la communauté de nos inclinations et la sincérité de nos sympathies réciproques. La *Revue générale des Sciences* remercie chaleureusement M. le Préfet de Constantinople et MM. les ministres présents d'avoir donné à ses touristes, dans la plus charmante des fêtes, l'occasion de constater et, si nous ne nous abusons, de contribuer à affermir cet accord.

A la suite du banquet, des foules bariolées se rendaient à la prière, et il était particulièrement intéressant de pénétrer avec elles dans les mosquées, illuminées ce soir-là pour le Ramadan. Introduits à Sainte-Sophie par plusieurs des hautes personnalités qui venaient de les recevoir, les touristes eurent cette rare bonne fortune de contempler dans la majestueuse basilique de Justinien l'une des plus imposantes cérémonies de l'Islam.

Les jours suivants, la visite des beaux monuments de Constantinople, du vieux Sérail, des cimetières d'Eyoub et de Scutari devait les occuper jusqu'au départ. *Ile-de-France* s'engagea alors dans le Bosphore et y navigua à petite vitesse pour permettre à ses passagers d'admirer les rives célèbres du détroit. Le vapeur fit escale à Thérapia, résidence d'été de l'Ambassade de France, où M. l'ambassadeur et Mme Bompard avaient eu la gracieuseté de convier la Croisière. Une garden-party, un concert, un lunch dans cet éden de verdure au-dessus des eaux torrentueuses du Bosphore et des premiers coteaux de la mer Noire, l'affabilité des seigneurs du lieu et de leur entourage officiel, le plaisir, éprouvé par beaucoup d'entre nous, de retrouver des amis dans le personnel même de l'Ambassade et parmi ses invités de passage en Turquie, nous ont laissé à tous un souvenir ému et reconnaissant.

M. l'ambassadeur et Mme Bompard poussèrent la courtoisie jusqu'à nous accompagner à bord d'*Ile-de-France*, où nous reçûmes leurs bons souhaits au moment même de notre départ pour la Roumanie. Certains préparatifs faits dans ce pays pour nous recevoir étaient déjà parvenus à leur connaissance. Hâtons-nous cependant de dire qu'aucune nouvelle des dispositions prises à notre intention ne pouvait nous donner l'idée de la splendeur de la réception que nous réservaient les Roumains.

III

En une nuit nous gagnâmes Constantza. Tout le port, toute la flotte qu'il contenait, vaisseaux de guerre et grands navires de commerce appartenant à l'Etat, étaient pavoisés, et, sur les quais, où flottaient réunis l'étendard de la Roumanie et le drapeau français, toute la ville était rassemblée pour nous acclamer. Avant accostage, M. le Commandant du *Carol Ier*, puis M. l'amiral Alexandre Catueanu nous apportèrent à bord le salut de la Roumanie. Et bientôt, dans la foule alignée le long du port, nous distinguions les visages amis de : M. Anghel Saligny, inspecteur général des Services fluviaux et maritimes; M. le Dr Constantin Istrati, professeur à la Faculté des Sciences de Bucarest, ancien vice-président du Sénat et ancien ministre; M. Pierre Poni, doyen de la Faculté des Sciences de Jassy, président de l'Association roumaine pour l'avancement des Sciences, directeur de l'Agriculture, sénateur et ancien ministre; M. Mrazec, professeur à la Faculté des Sciences et directeur de l'Institut de Géologie; notre éminent collaborateur M. Georges Marinesco, professeur à la Faculté de Médecine de Bucarest, et Mme Marinesco; et d'autres personnages du monde scientifique et du monde administratif de Bucarest. Tous s'étaient imposé six heures de voyage pour venir à notre rencontre. Ils étaient accompagnés : de M. Alexandre-Emmanuel Lahorary, ministre de Roumanie en France, qui, lui aussi, avait voulu être des premiers à nous accueillir; de M. Alexandre Bellio, membre du Comité roumain pour la réception de la Croisière; du Prince Alexandre Ghika; de M. le Capitaine Després, attaché militaire à la Légation de France à Bucarest; de M. Delage, consul de France; de M. Coutant, directeur de la Banque commerciale de Bucarest; de M. le Maire de Constantza; de M. Armand Naumescou, correspondant de l'*Illustration*; de M. Durand, rédacteur à l'*Indépendance Roumaine*; de M. Nicolas Patrescou et des principaux représentants de la presse. Autour de ces personnalités s'était groupée toute la population de la ville. Aussi est-ce par des vivats enthousiastes que fut salué notre débarquement.

Notre premier soin fut de visiter le port. Comme il comprend — outre 14 hectares d'avant-port — 60 hectares de bassins pour les navires et 118 de plates-formes pour la manutention des denrées, nous ne pouvions le visiter utilement qu'avec le concours de ses ingénieurs. M. Casimir, sous-directeur des Voies de communication, M. Wenert, directeur des travaux, MM. les ingénieurs Bushila et Sava Shomanescou s'employèrent avec une grâce parfaite à nous guider et à nous fournir sur l'outillage mécanique les explications nécessaires; et leur chef même, M. l'Inspecteur général Saligny, prit la peine de nous exposer, avant toute visite, le plan et l'économie générale des installations. L'intérêt qu'elles présentent est considérable par cela même qu'il consiste dans leur adaptation exacte aux besoins de la nation. Pays essentiellement agricole, et, de plus, forestier et minier, la Roumanie devait surtout s'inquiéter de faciliter l'exportation de ses céréales, de ses bois et de ses pétroles, et c'est de cette considération qu'elle s'inspira dès que, mise en possession d'un débouché direct sur la mer Noire par l'annexion de la Dobroudja (1878), elle résolut d'agrandir et d'aménager pour son usage particulier le petit port turc de Kustendjé.

Jusqu'alors, ses produits destinés à l'embarquement maritime s'étaient vus obligés d'emprunter la voie sinueuse du Danube. Portés soit par eau, soit par terre jusqu'à Galatzi, ils étaient en ce lieu chargés sur de grands navires, qui avaient ensuite, pour gagner la mer, à descendre l'un des longs bras du Delta jusqu'à Sulina. Encore ce commerce se trouvait-il interrompu chaque hiver par la congélation du fleuve, laquelle dure en moyenne quarante jours. Il n'était point douteux que la création d'un réseau de voies ferrées aboutissant à Constantza et la transformation de cette petite ville en grande cité maritime, largement outillée pour l'exporta-

tion, apporteraient au commerce de la Roumanie des facilités nouvelles. L'art de l'ingénieur, le progrès de l'agronomie, l'accroissement de la population rurale et l'intelligente initiative du Gouvernement conspiraient à conquérir à la culture les steppes immenses du Baragan; on commençait à exploiter les épaisses forêts des Carpathes, à découvrir, enfin, dans les collines subcarpathiques l'étendue, longtemps insoupçonnée, de leurs richesses souterraines. Après son intervention décisive dans la guerre russo-turque de 1877, la Roumanie sentait son unité et sa situation politique singulièrement affermies, ses frontières délimitées, sinon au gré de son légitime espoir, du moins aussi heureusement pour elle que le permettaient les circonstances; elle avait à sa tête le monarque, jeune encore, dont la clairvoyance et la bravoure lui avaient assuré ces bienfaits; par une rare bonne fortune, qu'elle n'a cessé de conserver, ses hommes d'État, ses hauts fonctionnaires, ses administrateurs s'étaient recrutés, en grande partie, parmi cette élite de la nation qu'une haute culture — acquise dans nos Écoles — avait pliée aux disciplines de la science. Dûment éclairé sur ses ressources et sa capacité d'action, tout le pays était mûr pour la grande entreprise qui devait, en assurant son essor économique, décupler sa prospérité. En 1881, le Gouvernement prit l'avis de Sir Charles Hartley, membre de la *Commission internationale du Danube*, et le chargea du premier projet d'agrandissement et d'aménagement du port de Constantza. Remettant ce projet à l'étude en 1888, il fit alors appel à ses propres ingénieurs et commença les travaux. Ceux-ci furent successivement confiés à M. I. B. Cantacuzino, assisté de notre compatriote M. Guichard, ingénieur des ponts, à M. G. I. Duca, ancien directeur général des chemins de fer de l'État, et, depuis 1899, à M. l'Inspecteur général Saligny. Aux premiers, on doit surtout le creusement de l'avant-port et d'une partie des bassins; au dernier, l'organisation actuelle des chantiers de construction, la spécialisation des plates-formes, leurs énormes réservoirs à pétrole, leurs silos et la savante machinerie de ces entrepôts.

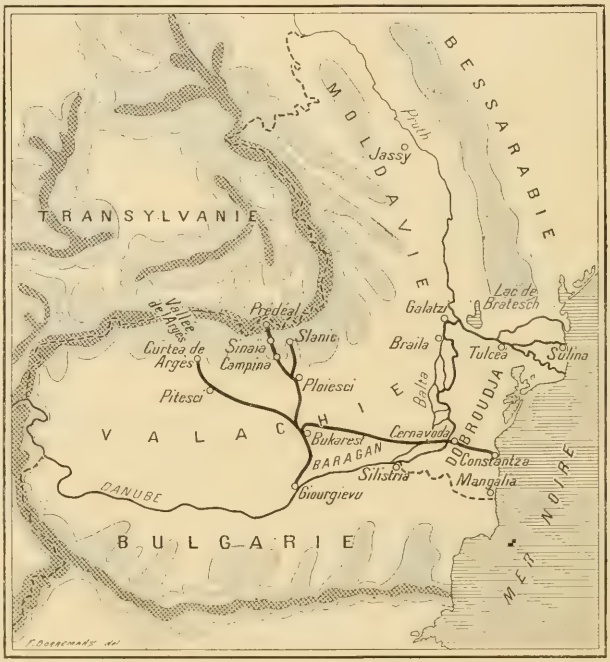


Fig. 1. — *Carte des régions visitées en Roumanie.*

A ces ouvrages l'État roumain a consacré plus de quarante millions, et, si fructueuse s'est déjà montrée cette dépense qu'il n'hésite pas à affecter de nouveaux crédits à la poursuite des travaux. Même ceux d'entre nous qui, par profession, se trouvent être le plus au courant des progrès du génie civil et du mouvement économique en Europe, ne pouvaient se douter, avant d'avoir visité le port de Constantza, de la grandeur et de la portée de l'œuvre que nous y avons tous admirée. Ce qui nous a le plus frappés, c'est la méthode avec laquelle tout y a été prévu et organisé, l'ordre qui, pour la plus grande facilité des opérations, a présidé à leur distribution. L'exportation représentant environ 85 °/₀ du trafic du port, c'est aux installations qui la concernent qu'a été ménagé le développement le plus considérable. Chaque article, céréales, bois, pétroles, exigeait un champ de manœuvre approprié, des magasins de conservation spéciaux, ainsi que des procédés particuliers d'adduction et de chargement. C'est le mérite des ingénieurs, principalement de M. l'Inspecteur général Saligny, de s'être ainsi posé le problème très complexe qu'ils avaient à résoudre. En l'étudiant jusque dans le

dernier détail, ils ont, de l'avis des hommes du métier, réalisé la perfection. Si net est, d'ailleurs, le résultat obtenu qu'il saute à tous les yeux. Nous ne saurions aujourd'hui donner une description, même succincte, des solutions adoptées. Disons seulement que, dès l'arrivée en rade, le voyageur ressent de la vue du port une très étrange impression : derrière les bassins se dressent des constructions singulières : des groupes de tours rouges, semblables à des gazomètres, et, d'autre part, un édifice de proportions extraordinaires, couvrant 3.000 mètres carrés et dont la hauteur, qui est de 51 mètres, rappelle les célèbres maisons à vingt étages de New-York. Ce grand monument tout en béton armé est destiné à la réception, à la conservation *et au bon entretien* des céréales que le vendeur y entrepose, enfin au rapide chargement de celles que l'on exporte. Quatre grands magasins de cette sorte ont été prévus, comportant chacun 255 silos, avec une capacité globale de 140.000 tonnes. Nous avons assisté aux opérations qui s'y pratiquent : transports horizontaux de la marchandise par des bandes à courant continu; transports verticaux à l'aide d'élévateurs; pesée dans des trémies-balances inscrivant automatiquement le poids; ventilation intense au moyen d'une soufflerie pour enlever les poussières et empêcher le grain de fermenter. On évite ainsi les avaries qui gâtent si souvent les céréales en réserve, notamment la maladie du maïs, fléau de ces contrées, qui confère au consommateur la pellagre.

Chaque magasin est outillé pour charger en bateaux, au moyen de bandes roulantes et de tubes télescopiques, jusqu'à 300 tonnes à l'heure, et recevoir, d'autre part, même apport des wagons.

Enfin, lorsque l'exportateur désire charger ses céréales dans les bateaux, sans stage dans le port, les wagons déversent ces denrées dans un tunnel, d'où des bandes sans fin les amènent à deux élévateurs spéciaux construits sur le quai pour le chargement direct des navires.

Après nous être rendu compte de ces dispositions variées pour la manutention des céréales, nous prîmes le train pour une autre région du port, celle qui est affectée au pétrole. Tous les services sont, en effet, reliés par des voies ferrées, et environ 60 kilomètres de chemins de fer enlacent les bassins et sillonnent les plates-formes attenantes. Celles qui portent les installations pour le pétrole et ses dérivés méritent au plus haut point l'attention. Elles comprennent deux étages : l'un, à 33 mètres de hauteur, sur la falaise côtière où arrivent par six voies ferrées reliées à la ligne de Constantza les trains porteurs du précieux liquide; l'autre, au niveau du port et en communication directe avec un bassin spécial, dit bassin à pétrole. Entre les six lignes de la station supérieure ont été établies quatre conduites de déchargement pourvues de branches latérales très nombreuses où s'adaptent, d'une façon intermittente et à volonté, des tubes flexibles reliés aux citernes des trains. « Chacune de ces conduites, nous dit M. A. Saligny, est destinée à un produit spécial : benzine, pétrole raffiné, pétrole distillé et résidus. Chaque conduite peut donc décharger un train entier contenant le même produit. Elle est reliée à un réservoir de 700 mètres cubes, où les produits s'écoulent par simple gravité. » Ces produits sont reçus sur la plateforme inférieure, dans vingt-cinq énormes récipients cylindriques d'une capacité de 5.000 mètres cubes. Chacun d'eux est affecté à une sorte unique de produit, et des mécanismes ingénieux préservent celle-ci de tout mélange. Quant aux résidus, une pompe les accumule dans quatre réservoirs spéciaux surmontés de couvercles immergés à l'eau, ce mode de fermeture atténuant grandement l'évaporation.

Des réservoirs, les pétroles et succédanés sont, pour l'expédition, aspirés par des pompes qui les refoulent dans les citernes des navires. Ces bateaux mouillent alors entre les môles du bassin, dit bassin à pétrole, que, par précaution contre les risques d'incendie, une passe de 40 mètres, fermée par une porte flottante, isole de tout le reste du port. Les navires réduisent leur pression dans un bassin spécial, puis débarquent leur équipage avant de pénétrer dans le bassin à pétrole ; ils sont amenés et manœuvrés dans ce dernier au moyen de cabestans électriques. La manœuvre inverse en assure la sortie, de sorte qu'à aucun moment le personnel naviguant ne peut être exposé à un accident par le feu.

Quant à l'importation, qui consiste principalement en charbons, fers laminés, tôles et rails, elle se trouve isolée dans une partie du port en connexion avec ses bassins propres.

Toutes ces installations, y compris celles qui concernent l'exportation du bois, ainsi que les services de construction et de réfection, demandaient une force motrice considérable. Afin d'écarter les risques d'incendie, c'est à l'électricité qu'on a eu recours pour en commander la machinerie. Isolée des autres bâtiments, une usine électrique leur transmet l'énergie et leur fournit, ainsi qu'aux bureaux, l'éclairage nécessaire. Elle comprend actuellement quatre moteurs Diesel à pétrole brut, de 400 chevaux chacun, accouplés respectivement à quatre dynamos à courant continu de 270 kilowatts. Le courant est fourni sous 440 volts, qui sont utilisés en bloc pour la force et partagés sur trois fils pour l'éclairage.

Cette admirable organisation a déjà fait ses

preuves, et il n'est point exagéré de dire qu'elle occupe aujourd'hui le premier rang dans l'outillage économique de la Roumanie. Pour en bien saisir l'importance, il convient de remarquer qu'œuvre de l'Etat exploitée par l'Etat, le port de Constantza satisfait aux besoins de l'exportation sans grever les producteurs d'une trop coûteuse entremise. Par cela même qu'il existe avec l'outillage si complet d'entrepôt que nous venons d'indiquer, il oblige tous les exportateurs, présents et futurs, à recourir à ses installations; de sorte que la Roumanie peut aujourd'hui faire appel, pour l'exploitation pétrolière de ses Carpathes, à des capitaux étrangers sans avoir à craindre la formation d'aucun trust : aucune société, si considérable qu'elle puisse être, n'aura intérêt à créer, pour se passer de l'Etat, une organisation analogue à celle qu'il a instituée et dont les avantages sont offerts à tous.

Les aimables ingénieurs qui, en nous faisant visiter le port, nous donnaient ces explications n'avaient point oublié cette loi psychologique que l'attention même la plus captivée réclame une détente : nous l'éprouvâmes tout à coup en pénétrant, aux accents de la *Marseillaise*, dans la salle du festin que nous offrit la Direction des Services maritimes. Un excellent orchestre, accompagnant des virtuoses de la musique indigène, avait été installé en balcon autour de tables, somptueusement servies, où Roumains et Français, échangeant des politesses, préludèrent à l'établissement d'intéressantes et affectueuses relations.

IV

Après le banquet, un train spécial nous emporta à destination de Bucarest. Il longea d'abord les *vallons de Trajan*, retranchements fortifiés que les Daces, puis les armées romaines avaient construits sur plus de 70 kilomètres de longueur, pour défendre leurs positions. A l'entrée même du pays, ces travaux d'art nous rappelaient la double origine de la population actuelle : ils nous faisaient toucher à la source même de sa langue, de sa culture et de sa formation latines. Et bientôt, franchissant les mamelons, les vallonnements, les pâturages marécageux qu'a laissés dans la Dobroudja la longue érosion de l'une des plus vieilles chaînes montagneuses du monde, nous atteignions, à Cernavoda, sa falaise sur la vallée du Danube. M. Bratianu, président du Conseil des ministres, M. Vàrnar, préfet de Constantza, avaient eu l'amabilité de se rendre à la station et nous reçûmes d'eux le plus gracieux accueil.

De la gare même, nous avions sous les yeux une vue admirable sur les bras danubiens, la Balta et le plateau, plus lointain, du Baragan, et, devant nous, continuant la ligne du chemin de fer, l'une des merveilles de l'art de l'ingénieur : le pont Carol Ier, construit sur les plans et sous la direction de M. Saligny par les forges du Creusot, de Fives-Lille et de Seraing. Atteignant, avec ses chaussées, une longueur de 18 kilomètres, il franchit les bras danubiens et les marais intermédiaires, à 60 mètres de hauteur au-dessus des basses eaux. Avant d'y passer en chemin de fer, nous avons pu parcourir à pied sa première section, celle qui domine le Dunarea-Veche, et de cette longue galerie contempler le magnifique panorama de la région.

La traversée du Baragan fut pour nous une surprise. Au lieu du désert pierreux ou de la plaine de chardons que décrivent nos manuels de géographie, nous défilions au milieu de terres gagnées depuis une quinzaine d'années à la culture des céréales et principalement du maïs. Profitant de l'établissement des voies ferrées qui relient Bucarest à Constantza et à Braïla, le Gouvernement a, çà et là le long de ces lignes, foré des puits, rendu possible l'irrigation, planté quelques arbres et créé des villages où s'est porté le trop plein de la population réfugiée dans les vallées; et le sol, si longtemps aride et stérile, a été défoncé et ameubli par la charrue : alors est apparue l'extrême fertilité du limon noir qui recouvre cette immense nappe de terre, et ont levé les moissons. Cette mise en valeur du Baragan, si bien servie par la création de la ligne et l'agrandissement du port de Constantza, contribue déjà, dans une large mesure, à l'accroissement des exportations. C'est l'une des œuvres les plus considérables de ces dernières années, l'une de celles qui font le plus d'honneur à la Roumanie.

Dans presque toute cette contrée, le régime qui s'est établi est celui de la grande exploitation. Ce n'est guère qu'aux approches de Bucarest et à partir de Ciulnitza que la petite propriété devient fréquente et les villages assez nombreux. Ils coupent de leurs petites maisons et de leurs grandes étables la monotonie de cette plaine uniforme qui enserre la capitale de tous côtés.

V

Il était près de huit heures du soir quand nous arrivâmes à Bucarest, et, malgré une pluie torrentielle — les averses, en ce pays, sont de véritables déluges — une foule nombreuse nous attendait à la gare. Parmi les personnes venues au-devant de nous, nous trouvâmes tout d'abord : M. le Préfet de police, M. Constantin Dissesco, professeur à la Faculté de Droit, sénateur et ancien ministre, et Mme Dissesco; M. le sénateur Nicolas Xénopol, directeur du *Mouvement Économique*; M. Victor

Babès, directeur de l'Institut de Bactériologie, et Mme Babès; M. Niculæ Jorga, professeur à la Faculté des Lettres de l'Université de Bucarest, venu avec tout un groupe d'étudiants et d'élèves des écoles; M. Pascal, sous-directeur de l'Enseignement professionnel au Ministère de l'Instruction publique; M. Holban, directeur de la *Revistei Idealiste*; M. Vasile Alexandrescou, directeur de la *Revistei Moderne*; M. Saladin, président, et un certain nombre de membres de la *Société de bienfaisance entre Français*; MM. Manu Muscel, Durma, Manicatide, Stanculesco, Abulescou, Stoenescou, Emil Girrleanou, Corneliu Moldoveanu, Ionitescu, N. Pora, publicistes, et la plupart des principaux collaborateurs des journaux roumains. Nous n'aurons garde d'oublier ici M. Maurice Fain, négociant, l'un des hommes d'action dont la collaboration à l'Exposition roumaine, en 1906, a été le plus féconde et qui, en nous donnant tout son dévouement, devait bientôt assurer à notre nombreuse caravane la bonne organisation des moyens de transport, du logement et de la table, dont elle a joui durant tout son séjour à Bucarest.

Toute la ville était pavoisée, et cette délicate manifestation de l'autorité municipale et des particuliers à notre endroit nous faisait de plus en plus sentir l'ardeur et l'unanimité des sentiments nourris dans les cœurs roumains à l'égard de la France. Les occasions d'éprouver cette bienveillance se succédèrent sans interruption. Au dîner, auquel nous avions convié, parmi les Roumains, les autorités et nos amis personnels, parmi les Français en résidence à Bucarest, M. Blondel, ministre de la République française, et M. Prévost, chargé d'Affaires à la Légation de France, éclata un nouveau témoignage de cette sympathie. Au dessert, un large rideau se leva, une scène apparut, remplie de tziganes et de paysans, en costumes, qui exécutèrent devant nous les danses traditionnelles du pays et nous firent entendre un concert des plus savoureux. Parmi ces virtuoses, dont le talent fut frénétiquement applaudi, il en est qui ignorent toute note de musique : ils naissent artistes, et, soit qu'ils chantent, soit qu'ils accompagnent sur des pipeaux ou jouent d'un instrument quelconque, c'est un merveilleux instinct qui les guide. Le *Comité roumain pour la réception des Touristes de la Revue générale des Sciences*[1], qui les avait engagés, nous a ainsi rendus témoins de l'une des plus attrayantes curiosités du pays.

Ce nous fut aussi une joie de voir arriver ce même soir dans la salle la colonie française de Bucarest. Nos compatriotes venaient nous offrir un vin d'honneur, tenant à nous témoigner, par cette démarche courtoise, leur attachement indéfectible à notre patrie. Ils se plurent à nous dire le charme exquis de la résidence en Roumanie pour des Français, l'affabilité des relations qui, depuis leur arrivée dans le pays, n'a cessé de le leur faire aimer.

Les dames de la colonie française, accompagnées de quelques dames roumaines, apportèrent à leurs sœurs de France des souvenirs de Roumanie. Nous vîmes alors s'étaler les plus beaux spécimens des arts domestiques indigènes, notamment des merveilles de broderies. On sait que les Roumains, qui tiennent des Byzantins une bonne partie de leur éducation artistique, excellent à composer des motifs d'ornementation aussi remarquables par l'originale et savante complication du dessin que par la délicate harmonie des nuances. Dans les campagnes mêmes, le goût de la fine et belle broderie est demeuré vivace, et il n'est point de paysanne qui ne cultive avec adresse cet art charmant; leurs blouses, leurs gilets, leurs tabliers aux vives couleurs, les chemises aux larges manches, les vestes de leurs maris attestent chez toutes une véritable hérédité artistique. Jusque dans les moindres villages, si répandue est cette forme de la parure qu'elle constitue une véritable industrie nationale. Le Gouvernement l'encourage; il lui a fait large place dans l'enseignement donné aux jeunes filles, et il s'est appliqué à recueillir, à titre éducatif, tous les modèles dignes d'imitation. M. Spiru Haret, professeur à la Faculté des Sciences de l'Université de Bucarest et actuellement ministre de l'Instruction publique, a eu l'extrême amabilité d'offrir à chacun de nous, sous forme d'un superbe album en couleurs, les brefs de ces précieux dessins. Nul doute que les doigts agiles des « Croisées » ne s'exercent à les copier. Portant sur elles les blouses, les chemisettes, les fichus reçus en cadeau à Bucarest et ayant sous les yeux la recette pour les fabriquer, elles ne tarderont pas à introduire dans nos modes quelque peu des élégances roumaines. Puisse cette grâce nouvelle leur faire à jamais répudier leur affligeant accoutrement actuel!

VI

Parmi les excursions autour de Bucarest inscrites au programme du voyage, figuraient deux visites à deux industries d'un intérêt considérable pour la Roumanie. Nous devions nous rendre le même jour à la mine de sel de Slanic et aux exploitations pétrolières de Campina. Sel et pétrole abondent dans les Carpathes, localisés non dans la chaîne

[1] Ce Comité comprenait une centaine de personnes. Son bureau se composait de : MM. Pierre Poni, président; Dr Istrati, secrétaire; Jean Lahovary; Anghel Saligny; C. Alimanisteanou, Alexandre Bellio, Alexandre Ghika, Dr Marinesco, Dr Obrecio, Démas-Théodoru, Nicolas Xénopol, Dr Zaharia.

cristalline, mais dans la zone des collines tertiaires qui escorte du côté de la plaine le haut rideau montagneux. Confiné dans les terrains éogènes, le sel occupe, dans les collines où on le rencontre, la partie haute, comprise entre 400 mètres et 600 mètres, et c'est à cette altitude que nous nous sommes élevés pour aller constater sa présence à Slanic. Un train spécial nous fit traverser la plaine intermédiaire entre la Capitale et ces hauteurs, et, s'insinuant entre les coteaux boisés qu'égaient çà et là de petits chalets de paysans, il nous porta jusqu'à la mine. Cette mine appartient à l'État. Elle est toute en profondeur, à 150 mètres au-dessous de la surface du sol. Un ascenseur géant y porte les ouvriers et, le soir venu, les ramène au grand air. En quelques minutes il nous descendit dans l'antre, et nous nous trouvâmes dans un monde de rêve, saisis par l'étrangeté du lieu, au fond d'une nef immense, sur le sol d'une cathédrale aux arceaux gigantesques, taillée dans un bloc de sel! Des lampes électriques, suspendues çà et là et entourées de halos blafards, projetaient leurs lueurs troublantes sur les parois rubanées de cette caverne des *Mille et une Nuits*, reflétaient leur image sur un sol de neige, sur une immense voûte de neige, sur des murs de neige, sur des piliers d'une blancheur scintillante. Des scies mécaniques et des pics maniés par une centaine d'ouvriers taillaient dans le sol des gradins, puis des pavés de sel veinés de gris ou de rose par des traces de combinaisons métalliques. Nous enjambâmes ces degrés. Au delà s'étendait une table en fer à cheval de trois cents couverts, chargée de hors-d'œuvre, de flacons et de fruits; plus loin encore s'apercevait une troupe de musiciens. Le déjeuner était offert par M. Costinescou, ministre des Finances, et honoré de la présence de M. Alexandridi, son chef de Cabinet, de M. Jipesco, secrétaire général du ministère des Finances, de M. Paul Arion, sous-directeur de la Régie des Monopoles de l'Etat, de M. Dem. Protopopesco, sénateur, de M. Anghel, préfet du district de Prahova, et de Mme Anghel, de M. l'ingénieur Lucaci, directeur de la mine, de M. Sanesco, président du Conseil d'administration de la Régie des Monopoles de l'Etat, de M. le procureur Robesco et de Mme Robesco, de M. Murgoci, assistant au Musée de Géologie de Bucarest, de M. Vasilesco Karpen, docteur ès sciences, professeur d'Electrotechnique à l'Ecole des Ponts et Chaussées de Bucarest, de M. C. Blattner, directeur de l'Agence de la Compagnie des Chemins de fer de l'Est, de M. Jean Kalindéro, membre de l'Académie roumaine, qui eut l'amabilité de nous offrir ses œuvres littéraires et pédagogiques, de M. Millo Bélis et des principales autorités et notabilités de la région. Par ces éminents compagnons, nous apprîmes les phases qu'a jusqu'à présent traversées l'industrie du sel en Roumanie, les conditions des gisements, les procédés d'extraction et l'importance tant du commerce intérieur que de l'exportation de cette denrée. La plus grande partie est consommée dans le pays ou expédiée par voie de terre en Bulgarie; le reste est chargé à Constantza pour des destinations diverses. La seule mine de Slanic expédie près de 80.000 tonnes de sel par an, et, quant à son avenir, il semble qu'on doive être très optimiste, tant on est encore loin du fond : la sonde a foré, à partir du sol de la caverne, situé, comme nous l'avons dit, à 150 mètres au-dessous de la surface extérieure, un trou de 400 mètres de profondeur, qui n'a pas atteint la limite inférieure du gisement. C'est dire que de beaux jours sont encore réservés à l'exploitation.

Ramenés au grand air, nous nous rendîmes par chemin de fer dans la partie basse des collines, où s'opèrent l'extraction et la distillation des pétroles. Malgré un retard causé par le déraillement d'un wagon, nous arrivâmes à temps à Campina pour y étudier cette grande industrie. Outre que ce district de petites collines plissées qui se terminent en escarpements abrupts sur la plaine est par lui-même très pittoresque, il doit au travail de l'homme d'offrir dès l'abord un aspect géographique très particulier. Sur une étendue de plusieurs hectares, les sommets de ses anticlinaux sont hérissés d'échafaudages et de cheminées : ce sont là les superstructures des puits forés dans la profondeur. Le pétrole afflue, entre 40 et 200 mètres d'altitude, dans les couches relevées du terrain pliocène où le refoule la nappe d'eau souterraine descendue de la montagne. On se rend compte de la disposition du sous-sol, d'où résulte cette localisation des hydrocarbures, en parcourant les vallées qui coupent les collines et sur les flancs desquelles se reconnaissent, à divers niveaux, les étages géologiques. M. le Professeur Mrazec a eu la grande amabilité d'y conduire les géologues de la Croisière.

A proximité des puits ont été créées, à Campina même, de grandes usines pour la distillation de l'huile minérale. Ces établissements et ceux de Ploesci sont les plus considérables de la Roumanie. Nous les avons visités sous la conduite de M. Constantin Alimanestianu, ingénieur en chef des Mines, président de l'*Association des industriels de Pétrole* et député au Parlement, de MM. Halaceano, et Alfred Gunther, directeurs de la raffinerie *Steauua Romàna*, de M. Georges Boamba, administrateur délégué, de M. Kirschen, ingénieur de cette Société, et de M. le docteur Creanga, secrétaire général du Ministère de l'Industrie. Nous avons pu suivre toutes les opérations depuis l'arrivée du liquide à l'usine jusqu'à la séparation des diverses espèces

chimiques par ébullition à températures croissantes, et au traitement des résidus. Nous avons vu naître les benzines, les pétroles légers et les pétroles lourds beaucoup moins inflammables; nous avons assisté à la fabrication de la paraffine par le froid, enfin au chargement de tous ces produits dans les wagons-citernes qui les transportent.

Actuellement, en plus de 127 petites exploitations, les grandes sociétés qui extraient le pétrole dans les Karpathes roumaines sont au nombre de 66, et leur capital s'élève à 222 millions de francs. En 1908 la production a été de 1.170.000 tonnes pour les pétroles bruts et de 1.053.000 pour les pétroles distillés. Une partie seulement de ces produits est consommée en Roumanie; la plus considérable est expédiée par bateaux de Braïla et surtout de Constantza.

Cette grande industrie pétrolière a subi, en ces dernières années, un arrêt dû à l'absorption d'une partie de ses capitaux dans la recherche des gisements et l'établissement, très dispendieux, des puits et des usines de traitement. Mais ayant, en fin de compte, triomphé des difficultés inhérentes à toute création, elle est entrée dans cette période de maturité où les longs efforts portent fruit, et il semble qu'elle soit appelée à un grand développement. C'est, du moins, ce que fait prévoir la rémunération actuelle de ses capitaux, lesquels s'élèvent à 300 millions. Une bonne part de ceux-ci lui a été fournie par l'Allemagne du Nord, l'Autriche et la Belgique; 12 °/₀ par la France. La Roumanie, où les grosses fortunes sont surtout immobilières et rurales, a eu intérêt à accorder aux capitaux étrangers des exemptions, partielles ou totales, d'impôt, des avantages considérables pour créer chez elle des établissements industriels, et les dispositions que les législateurs ont à cet effet introduites dans la loi ont, conjointement avec certaines mesures protectionnistes, beaucoup contribué, depuis une vingtaine d'années, à sa prospérité. La vie industrielle, déjà si active, qu'il nous a été donné de constater dans les Carpathes est l'un des résultats les plus nets de cette intelligente politique.

A la lisière même des collines, des villes ont grandi qui sont devenues des centres importants de civilisation. A Campina même, qui est surtout une agglomération ouvrière, le mouvement des affaires a fait naître des hôtels, des cercles que pourraient envier plus d'un de nos chefs-lieux. C'est dans l'un de ces beaux établissements, doté d'une salle attenante à une scène de théâtre, que nous avons dîné. Le festin, à la fois culinaire et musical, qu'on nous y servit nous était offert, sous la présidence de M. Alimanestianu, par les Sociétés pétrolières. Comme on voit, ce ne sont pas seulement les pouvoirs publics ou des particuliers isolés, ce sont aussi les grandes administrations privées qui ont voulu nous fêter. Il était écrit que partout, chez le laborieux peuple latin qui nous accueillait, nous sentirions la douceur de ses sentiments fraternels.

VII

Après ces excursions dans la région montagneuse, un repos relatif s'imposait : nous avions notre quartier général à Bucarest; il fallait visiter la ville et ses beaux monuments, prendre une idée de la richesse et du goût dont témoigne une multitude de palais appartenant à des particuliers, nous instruire de tout ce qui a été fait pour le développement cultural de la nation. Notre nombre était trop élevé pour que nous pussions pénétrer tous à la fois dans les mêmes édifices : nous nous divisâmes en petits groupes, dont nos amis roumains voulurent bien prendre la direction, et c'est avec le concours, l'aide et les commentaires de ces savants et très aimables guides que nous prîmes connaissance des grandes institutions d'enseignement et d'investigation scientifique, d'hygiène, de philanthropie et de progrès économique, qui font aujourd'hui de la capitale de la Roumanie l'une des villes les plus intéressantes de l'Europe. Les palais de l'Exposition créés par M. Constantin Istrati en 1906, les Universités, l'Institut de Bactériologie et de Pathologie expérimentale, le Laboratoire de Toxicologie, l'École de Médecine, le Musée archéologique, le Musée de Zoologie, l'Institut géologique, toutes les institutions savantes, les hôpitaux, l'Athéna, les plus curieuses églises, le palais Cotroceni, résidence de S. A. R. le Prince héritier, s'ouvrirent à notre curiosité et à notre admiration. Encadrés comme nous l'étions, nous recevions à toute occasion l'explication de tout ce qui attirait nos regards. Qu'il s'agît d'une ancienne forme d'art, d'un document relatif à l'histoire du pays, d'un tableau, d'une statue, d'un appareil nouveau pour une étude quelconque, nous étions renseignés avec autant de précision que d'obligeant empressement. Parmi les personnes qui nous prêtaient une aide si précieuse, il nous faut citer M. le Dr Istrati, M. Nicolas Xénopol, sénateur, directeur du *Mouvement économique*, M. Constantin Dissesco, sénateur, professeur à la Faculté de Droit, M. Pierre Poni, sénateur, doyen de la Faculté des Sciences de Jassy, M. Coculescou, directeur de l'Observatoire astronomique et météorologique, M. le Professeur Tzigara-Samura, directeur du Musée des Arts nationaux, M. Alexandre C. Cottescu, directeur général des Chemins de fer du Royaume, M. le Dr Stefan Sikleanu, inspecteur général de l'Enseignement, M. le Dr Stephanescou, chirurgien en chef de l'hô-

pital Xénocrat, M. Antipa, professeur à la Faculté des Sciences et directeur du Musée de Zoologie, M. Pompilius Héliade, professeur à la Faculté des Lettres et directeur du Théâtre National, M. J. Brun, directeur du journal *La Roumanie*, M. A. Rubin, directeur de *l'Indépendance Roumaine*, et la plupart des savants, hauts fonctionnaires et publicistes qui nous avaient accueillis dès notre arrivée soit à Constantza, soit à Bucarest. Grâce à de tels concours, nous avons pénétré dans la vie même de la capitale, nous avons pris une vue de l'organisation des grands services du pays.

Grâce, enfin, à des invitations particulières, certaines dans le monde médical, d'autres dans le monde politique ou administratif, les touristes ont fait encore plus intimement connaissance avec les hautes personnalités de la nation. Nous devons remercier tout spécialement ici M. Alexandre-Emmanuel Lahovary, ministre de Roumanie en France, et Mme Lahovary, qui ont convié un certain nombre d'entre nous à une fête charmante, à un déjeuner où savants et hauts fonctionnaires faisant partie de la Croisière se sont rencontrés et entretenus avec les principaux hommes d'État de la Roumanie. A cette réunion assistaient M. le Président du Conseil des ministres, M. le Ministre de l'Instruction publique, M. Vasile Mortzun, ministre des Travaux publics, des membres du Parlement, des professeurs de l'Université et, parmi les Français, d'éminents collaborateurs de la *Revue générale des Sciences* ou conférenciers de ses croisières : M. Emile Picard, vice-président de l'Académie des Sciences de Paris; M. Félix Henneguy, membre de cette Académie; M. Debove, professeur et ancien doyen de la Faculté de Médecine de Paris, membre de l'Académie de Médecine, et Mme Debove; M. Charles Diehl, professeur à la Faculté des Lettres de Paris, correspondant de l'Académie des Inscriptions, et Mme Diehl; M. Auguste Gauvain, premier secrétaire d'Ambassade honoraire, directeur de la Politique étrangère au *Journal des Débats*; M. Eugène Gley, professeur au Collège de France, membre de l'Académie de Médecine, et Mme Gley; M. Emile Haug, professeur à la Faculté des Sciences de Paris; M. Gabriel Bertrand, professeur à cette Faculté et chef de Section à l'Institut Pasteur; M. et Mme Auguste Dorchain; et un certain nombre d'habitués des Croisières de la *Revue*, professeurs, magistrats, etc.

Le soir, un grand banquet, organisé par l'*Association roumaine pour l'avancement des Sciences*, réunissait, sous la présidence de M. Pierre Poni, président de l'Association, un grand nombre de membres de cette compagnie, de dames roumaines et tous les touristes. Et, de nouveau, la tzuica nationale et le vieux Dragazani de Roumanie, les grands crus de France et les vins du Rhin, arrosant une chère exquise, stimulaient nos cerveaux. Malgré toute l'ardeur déployée depuis quelques jours à excursionner, à observer, à questionner depuis le lever matinal jusqu'à une heure avancée dans la nuit, nous nous sentions, grâce à un tel réconfort, frais et vaillants, et c'est avec un attentif plaisir que nous écoutâmes, au dessert, les remarquables discours du président M. Poni, de M. Jean Lahovary, ancien ministre des Affaires étrangères, de MM. Haret, Istrati, Dissesco et de quelques autres orateurs, qui nous entretinrent des bons rapports de nos deux pays, de la communauté de leur idéal social, de la nécessité d'une union des nations latines à la fois pour le bien de chacune d'elles et dans l'intérêt supérieur de la civilisation. Dans une causerie fort applaudie, où la joliesse de la forme le disputait à l'excellence des idées, M. Jean Lahovary a notamment insisté près de nous sur la décroissance du mouvement des affaires entre la Roumanie et la France. Nous avons laissé nos concurrents s'emparer, à notre détriment, de la majeure partie du marché roumain, ne gardant notre suprématie que dans la couture et la mode. Et, cependant, avec quelle faveur particulière seraient accueillis en Roumanie les produits français de toutes sortes, si les fabricants prenaient la peine d'aller eux-mêmes les présenter, de s'enquérir sur place et de leurs propres yeux des articles susceptibles d'un grand écoulement ! La marchandise française jouit partout d'une réputation qui la met hors de pair; la facture et le goût en sont renommés. Mais encore faudrait-il, pour la répandre, la faire connaître, entrer en relation directe avec l'importateur indigène, avec le monde des acheteurs. Surtout à l'heure actuelle, une reprise des rapports commerciaux entre la France et la Roumanie serait à l'avantage de ces deux nations; s'enrichissant de jour en jour, la Roumanie voit sa capacité d'achat augmenter; améliorant ses procédés de production, elle tend à abaisser le prix de ses denrées. La France va-t-elle se ressaisir et profiter de cette situation pour un renouveau d'affaires, ou bien, n'apercevant plus la main qu'on lui tend du dehors, abandonnera-t-elle complètement à ses rivales l'honneur et le bénéfice des transactions qu'on lui offre ? Voilà le grave problème que, sous une forme exquise et avec infiniment de tact et de ménagements, l'orateur a soumis à nos méditations. Il espère que des voyages de Français, en faisant mieux connaître la Roumanie en France, secoueront utilement ce que la courtoisie l'a empêché d'appeler la torpeur de nos industriels et de nos commerçants. Puissent nos « Croisés », qu'une rapide visite de la Roumanie a émerveillés, répandre dans tout notre pays les germes de cette renaissance !

M. N. C. Skina, président du Tribunal de Bucarest, qui assistait au banquet, eut l'amabilité de nous distribuer à tous une plaquette écrite par lui pour nous souhaiter la bienvenue et formuler le vœu, « qui est celui de tous les Roumains », de voir se fonder une « Ligue franco-roumaine destinée à resserrer les liens d'amitié qui ont de tout temps uni la Roumanie à la France ». M. Skina répondait ainsi au désir que le directeur de la *Revue générale des Sciences* avait déjà exprimé à diverses personnalités de Roumanie lorsqu'en mai et juin il s'était rendu à Bucarest afin de prendre avec elles des accords pour la croisière. Nul doute que la bonne volonté de tous ceux qui, en Roumanie, dirigent l'opinion, ne lui facilite singulièrement l'accomplissement de son dessein.

Après le dîner et les discours, nous avons, de la salle même du festin, joui d'une audition musicale offerte par nos amphitryons. Tous les instruments en usage dans les réjouissances populaires, tous les types de sonates et de chansons enfantés par l'admirable imagination musicale des tziganes nationaux nous ont été présentés. Des artistes incomparables se sont fait entendre, et un concert, pour nous absolument inédit, a empli nos mémoires d'harmonies insoupçonnées.

VIII

Ces airs nouveaux chantaient encore dans notre souvenir lorsque, le lendemain matin, nous prîmes le train pour Sinaïa. Compris dans la zone boisée des collines et attenant à la haute montagne aux sommets neigeux, ce site est l'un des plus délicieux des Carpathes. Quand un ciel de feu embrase la plaine, on goûte là une fraîcheur exquise. Aussi, à l'exemple de Leurs Majestés le Roi et la Reine, qui y résident en été, une bonne partie du monde diplomatique et de la gentry de Bucarest s'y réfugie pendant les grandes chaleurs. Dans la verdure de ce grand parc montagneux, garni de sapins, de hêtres, de chênes, d'ormes et de bouleaux, et arrosé d'eaux courantes, apparaissent çà et là d'élégantes villas et de grands hôtels bordés de gazons et de massifs de fleurs. C'est dans la vérandah de l'un de ces grands restaurants que nous nous rendîmes tout d'abord. Nous avions loué la salle et pour la conférence que devait y donner, en présence de sa Majesté la Reine, M. Auguste Dorchain, et pour les deux repas de midi et du soir, ayant convié au dîner un certain nombre de nos amis de Roumanie. Tous ceux — et ils sont nombreux — qui ont eu à Paris et ailleurs la bonne fortune d'entendre une causerie de Dorchain ou quelque belle pièce de vers récitée par Mme Dorchain, se représenteront facilement l'enthousiasme qu'ils ont, tous deux, soulevé parmi nous en nous entretenant de la littérature et de la poésie roumaines, en nous disant les hauts sentiments que l'humble paysan des rives du Danube a hérités de fiers aïeux, l'amour du sol natal si vivace dans son cœur, sa noble résignation teintée de fatalisme devant le malheur inévitable, et, malgré tout, son courage indéfectible contre l'adversité. De l'âme populaire, qui a su trouver des accents inimitables pour exprimer les ardeurs de la passion ou chanter la douleur, le conférencier s'est élevé aux lettrés, qui, dans des poèmes plus savants et de plus large envergure, ont donné corps aux aspirations confuses de la foule et célébré la patrie. De ces divers genres, Mme Dorchain nous a permis de juger, en nous disant, avec sa maestria habituelle, les plus belles productions du génie roumain en chacun d'eux. Si correcte, si pure, si musicale, si prenante était la traduction française de ces différentes pièces de vers qu'elle émut, comme nous, tous nos amis roumains, et que nous vîmes presque perler quelques larmes aux yeux de la plus sentante des poétesses de notre temps, S. M. Carmen Sylva.

Après cette belle conférence, Leurs Majestés le Roi et la Reine firent à une vingtaine d'entre nous l'honneur de les recevoir à déjeuner dans leur château de Pelesch et de s'entretenir longuement avec chacun d'eux. Tous les touristes visitèrent ensuite cette belle résidence. Association fantaisiste d'anciens styles allemands, le château découpe de la façon la plus heureuse ses arceaux semi-gothiques, ses murailles crénelées, ses larges baies vitrées et ses toits à redans sur la verdure des pins. C'est, de l'extérieur, beaucoup moins un palais royal, aux lignes majestueuses, qu'un grand chalet amoureusement ciselé, la demeure champêtre et finement élégante de souverains lettrés. L'intérieur est somptueux; les salons renferment des œuvres d'art, quelques pièces d'un haut intérêt pour l'histoire de la Roumanie, et de très belles peintures qui ont fait l'admiration des « Croisés ».

Après cette intéressante visite, nous avons, par chemin de fer, gagné la haute montagne jusqu'à Prédéal, et, franchissant la frontière, contemplé le magnifique panorama des Alpes de Transylvanie. Là commence cette Alsace-Lorraine de la Roumanie qui fut, au Moyen-Age, le berceau du peuple roumain. Enrobée aujourd'hui dans les limites du Royaume de Hongrie, cette région, avec le Banat, la Crichiane et le Mamamourèche, compte, sur 3.890.000 habitants, 3.500.000 Roumains. Traqués et molestés par le Gouvernement, qui a vainement entrepris par la force de les magyariser, les Roumains de Hongrie n'ont cessé de demeurer fermement attachés à leur ancienne nationalité : ils parlent obstinément la belle langue de leurs pères,

et tout le monde en Roumanie voit en eux des frères. La « question de Transylvanie » est, dans ce dernier pays, le plus angoissant et le plus persistant des problèmes. Les Roumains qui, pendant tant de siècles, ont soutenu des luttes acharnées pour conquérir la liberté politique, qui, au prix du plus viril effort, ont su fonder l'union, désormais indissoluble, de la Moldavie et de la Valachie en un seul Etat, considèrent leur œuvre comme encore inachevée : le droit des peuples, le principe des nationalités veut que la Transylvanie et la Bukovine leur reviennent. Notre courte promenade autour de Prédéal nous a donné à tous l'occasion d'apprécier avec quelle noble ardeur l'âme roumaine nourrit en elle le culte de ce sentiment. On peut être sûr qu'elle serait prête à exercer son droit le jour où une heureuse entente des nations latines lui permettrait de le revendiquer.

IX

Notre dernière excursion dans les Carpathes avait un double but : 1° connaître l'une des formes les plus curieuses et les plus typiques de l'architecture et de l'ornementation romano-byzantines, en allant étudier à Curtea de Argès la grande église de son célèbre monastère ; 2° parcourir du regard, à travers les collines et les montagnes de cette pittoresque région, les beaux paysages qui lui sont propres et la haute forêt qui y est actuellement l'objet d'une exploitation importante.

De Bucarest, où chaque soir chacun de nous retrouvait son gîte, nous nous dirigeâmes cette fois sur Pitesci, suivant la grande ligne de l'Europe centrale ; puis, de cette ville, où une courte halte nous permit de recevoir les bons souhaits de la municipalité et de goûter le charme d'une magnifique ovation à la France, nous nous engageâmes dans la zone des collines ; deux heures plus tard, Sa Grandeur l'Archevêque métropolite de Curtea de Argès nous accueillait au son des cloches dans le sanctuaire même du vieux cloître. Ce monument, l'un des plus extraordinaires de l'Europe orientale, a été, comme on sait, construit au XVIe siècle, alors que, succédant à Campulung, Argès était devenue la résidence officielle des voïvodes et, par là même, la capitale de la Valachie. Avec une petite église du XIIIe siècle, beaucoup moins considérable, mais très remarquable par sa parfaite conservation, elle nous reporte à l'une des périodes les plus sombres et, en même temps, les plus glorieuses de la formation du peuple roumain : à l'époque héroïque où, luttant contre le Grec, puis contre le Turc et le Magyar, avec des alternatives de succès et de revers, il préparait sa future indépendance. Ce n'est point ici le lieu de décrire ces deux bijoux de l'architecture sacrée des Valaques au Moyen-Age et à la Renaissance, ces formes extraordinaires et franchement bizarres, ces colonnes en torsades, ces coupoles à directrices spiralées, cet éclat des couleurs, cette violence dans le contraste des teintes, qui donnent à l'église du cloître son cachet inimitable. Notre grand artiste Leconte du Nouy a consacré de longues années à restaurer, avec une pieuse fidélité au goût du passé, cette merveille d'art, ce monument étrange, à la fois harmonieux et déconcertant, qu'on peut aimer ou ne préférer à rien, mais qui obsède le regard, qui emplit l'esprit d'une vision brillante et le transporte dans un monde d'irréalité. Ce monde, pourtant, exista autrefois ; dans l'âme actuelle, il a laissé son empreinte : quelques églises de Bucarest et de Jassy, notamment la petite église Stravopoulios, nous en apportent aujourd'hui les derniers échos.

M. Spiru Haret, ministre de l'Instruction publique, qui très aimablement s'était joint à notre caravane, avait poussé la gracieuseté et la munificence jusqu'à faire construire — car le lieu est désert — une tente où, par ses soins, trois cents couverts furent dressés à notre intention. Ce jour-là comme les précédents, nous étions, en effet, escortés d'un grand nombre de compagnons roumains, venus avec nous de Bucarest ou pris en route à Pitesci, qui nous guidaient dans le pays et, avec une inaltérable obligeance, nous documentaient sur toute chose. Lié depuis sa jeunesse avec nombre de savants français, M. Haret avait voulu recevoir lui-même à Argès ses anciens condisciples ; abonné à la *Revue générale des Sciences* depuis l'origine, il avait tenu à accueillir en personne les hommes de science, les collaborateurs, les amis, les touristes qu'elle amenait en Roumanie, et c'est d'une façon magnifique qu'en pleines Carpathes, à 150 kilomètres de Bucarest, il nous a tous hébergés. De la montagne il avait fait venir les plus habiles chanteurs, des jeunes filles, des jeunes gens, connus pour leurs talents chorégraphiques, et, tandis que s'entrechoquaient les coupes à champagne, musiciens et danseurs, vêtus du costume indigène, nous étonnaient, nous charmaient par l'éclat changeant de leur vêtement, leur mimique expressive, la gaieté et la stridence de leurs voix.

Bientôt nous prenions place dans les wagons rustiques de la *Société des Scieries de l'Argès*. Cette Compagnie, dont l'usine est située à Argès même, possède, dans la haute vallée, des forêts d'une étendue considérable. Pour y porter ses 2.000 bûcherons et en rapporter les arbres abattus, elle a créé un petit chemin de fer qui grimpe dans la montagne jusqu'au plateau où se termine l'exploitation. Son administrateur délégué, M. D.-A. Budisteanu-Budeassa, avait poussé l'obligeance

jusqu'à transformer pour nous en voitures à banquettes les simples trucs ordinairement affectés au transport des madriers et des ouvriers, de sorte que c'est dans la confortable installation de wagons à ciel ouvert, ornés de verdure, décorés d'oriflammes et de banderoles aux couleurs de France, que, tout joyeux, nous nous sentîmes emportés vers la grande montagne. Suivant le cours de l'Argès, le train défile à travers des collines alluviales, arrondies, couvertes d'essences au feuillage léger; puis, tour à tour, il franchit, sous des saules, de petites terrasses herbeuses, qu'envahit l'eau courante, ou remonte le flanc de coteaux tachetés de blancs villages; çà et là, le paysage s'ouvre davantage, laissant apercevoir au loin le long rideau neigeux des Carpathes. A chaque éclaircie, les rudes habitants du district, alignés le long de la voie, nous adressaient des vivats chaleureux et, en manière de salut, inclinaient leurs bannières. Pâtres des hautes vallées ou petits cultivateurs disséminés dans la région d'alentour, tous avaient, depuis le matin, abandonné leurs agrestes occupations pour venir se presser sur le passage des Français.

Plus de deux mille montagnards costumés comme des personnages d'opéra-comique défilèrent ainsi sous nos yeux. Dès que nous faisions halte pour les remercier, éclataient leurs fanfares; puis, dociles à la cadence des musettes et des fifres, des rondes savantes, de gracieuses farandoles déployaient devant nous des scènes de joie. Tout à coup, cette animation disparut : notre train débouchait sur le plateau pierreux, tout découvert, sur lequel se termine, à la façon d'un mur abrupt, la masse épaisse de la grande montagne cristalline.

Cette masse énorme, toute en schiste, est fendillée de gorges profondes, que tapisse une végétation luxuriante. Notre petit train, pimpant et bariolé, s'y insinue, rampe sous les branchages inclinés vers le torrent mugissant, tourne, avec le ravin lui-même, autour des hauts pylônes qu'a isolés l'érosion et que couronnent de belles futaies. Flexueux comme un myriapode, il moule le long ruban de ses wagons sur le sentier, tantôt montant, tantôt descendant, qui serpente à travers le chaos des rochers amoncelés. Au-dessus de nos têtes, au-dessus de la forêt, dominant tout, semble planer dans l'espace le château de l'un des plus célèbres et des plus redoutables voïvodes de Valachie : l'héroïque et cruel Vlad l'Empaleur. Le sommet d'un pic, devenu à peu près inaccessible, sert de piédestal aérien aux murailles, aujourd'hui délabrées, de ce vieux nid de vautour. Le train enserre d'abord la base de ce svelte support, puis s'en éloigne et, nous portant dans la région des pins, atteint la fin de sa course sur un haut plateau, de caractère alpestre, où des troupeaux de vaches, de chèvres et de moutons broutent l'herbe durant l'été. Leurs bergers accourent à notre rencontre et nous régalent d'une aubade. Des dames roumaines, venues tout exprès en ce lieu pour nous y faire accueil, nous offrent des rafraîchissements, des fleurs, et, sous forme de petites poteries fabriquées dans les villages, de charmants souvenirs.

Il nous semblait sortir d'un rêve quand nous rentrâmes à Bucarest. Mais à cette féerie, la soirée ne devait apporter qu'un intermède : nombre de touristes, invités chez des particuliers, manquèrent au dîner commun : les médecins de la ville avaient tenu à recevoir leurs confrères de France, d'Alsace-Lorraine et de Belgique amenés par la *Revue générale des Sciences*; M. et Mme Fain faisaient les honneurs de leur jolie villa à la Direction de la Croisière; M. et Mme Constantin Dissesco ouvraient à tout un groupe de « Croisés » le grand hall et les salons de leur magnifique et très intéressant « palais roumain », et, sous les voûtes byzantines toutes scintillantes de lumière, un bal termina la soirée.

X

Le lendemain, nos amis de Bucarest nous entouraient à la gare du départ pour nous faire leurs adieux ; quelques-uns mêmes prirent avec nous le train pour Giourgievou. Une heure après, nous arrivions au Danube. Une nouvelle surprise nous y attendait : entouré de navires tout pavoisés, flottait le yacht royal : S. M. le Roi avait eu la grâce de l'affecter à notre transport, accroissant ainsi dans nos cœurs la gratitude à l'égard de sa personne et de tout son peuple : la Musique du 11e Régiment, dirigée par son chef M. Ernest Marin, était installée sur le pont, et c'est aux accents de la *Marseillaise* que nous y fûmes accueillis. Une députation de la ville de Giourgievou, conduite par un vétéran des croisières de la *Revue générale des Sciences*, M. Nicolæ Balanescou, vint nous saluer à bord ; puis un certain nombre de nos amis roumains prirent place avec nous dans le yacht royal. Parmi eux, nous ne saurions nous dispenser de citer : M. Anghel Saligny, qui voulut être, tant au déjeuner qu'au dîner, notre amphitryon ; Mme Constantin Istrati, MM. les Professeurs Istrati, Poni, Mrazec et Antipa, le Prince Alexandre Ghika, M. Alexandre Bellio, M. Jules Brun, M. Alexandre Rubin, M. Naumescou, M. le capitaine Hermann Lienau, inspecteur de la navigation du Bas-Danube, M. Mihail Saligny, ingénieur des Ponts et Chaussées, auxquels s'était joint M. le capitaine Desprès, notre attaché militaire à Bucarest, aimablement délégué près de nous par M. le Ministre de France.

Pendant toute la descente du Danube à bord du yacht royal, nous étions entourés, atteints ou croisés par de petits vapeurs que des gens de Giourgievou, de Ramadan, d'Olemtza, de Calarasii, d'Harsova, de Braïla, de Galatzi et de Tulcea avaient frétés pour venir au-devant de nous et nous faire escorte. D'un bord à l'autre se répondaient la *Marseillaise* et l'Hymne royal de Roumanie, tandis que s'entrecroisaient saluts et remerciements. Dans la chaleur de ces ovations, éclatait ce sentiment profond de deux nationalités heureuses de proclamer la communauté de leur origine latine et leur fraternité dans la civilisation. Toute la journée se passa à admirer la tranquille beauté du Danube et ses rives plantureuses, enguirlandées çà et là d'arcs de triomphe et de pavois, et à converser des choses de Roumanie et des choses de France avec nos amis roumains. Vers 5 h. 1/2 du soir, nous aperçûmes dans le lointain une légère dentelle tendue comme une frêle écharpe au-dessus du fleuve : nous approchions de Cernavoda et du pont Carol Ier, traversé en chemin de fer le jour de notre arrivée en Roumanie. Tous les excursionnistes se pressèrent à l'avant du navire, attendant que la merveille fût bien en vue, et, quand le navire se trouva sur le point de s'engager sous le monument, un cri sorti de toutes les poitrines vint dire au célèbre ingénieur, alors réfugié à l'arrière du yacht, l'universelle admiration.

Après le dîner qui clôtura magnifiquement la série des banquets offerts par la Roumanie aux touristes de la *Revue générale des Sciences*, un spectacle inattendu enchanta nos regards : les bateaux qui nous accompagnaient ou que nous rencontrions étaient illuminés; des feux de Bengale promenaient leurs lueurs changeantes sur les rives du Danube, et des fusées, semant des gerbes d'étoiles au-dessus de nos têtes, sillonnaient de leurs longues traînées fulgurantes les profondeurs de la nuit. Cet embrasement du ciel alla *crescendo* jusqu'à Braïla, où nous n'arrivâmes qu'à minuit. Là, tous les magasins, les docks, les bureaux, les monuments, les navires se découpaient en traits de feu sur les quais indéfinis et le lit même du fleuve. Toute la ville s'était portée à notre rencontre. Après avoir été salués par des hourras frénétiques, nous fûmes reçus par les autorités locales et conduits jusqu'à *Ile-de-France* à la lueur des flambeaux. Un certain nombre de nos amis de Roumanie s'y laissèrent entraîner par la Direction de la *Revue générale des Sciences* pour y souper, et plusieurs nous firent l'amitié de ne nous quitter que le lendemain soir, après avoir descendu avec nous le delta du Danube.

Ceux d'entre nous qui avaient pu craindre la monotonie de cette traversée ont éprouvé, en l'effectuant, un vif étonnement, car toute cette navigation s'accompagne d'un spectacle sans cesse changeant. Nous fîmes halte sur le lac Bratesh aux pêcheries de l'État. Sous la direction de M. le Professeur Antipa, directeur des pêcheries, une centaine d'embarcations se livrèrent devant nous à la capture du poisson. Cette chasse se fait au moyen de longs filets que, de la périphérie, les barques ramènent progressivement vers le centre, où finalement se concentre tout le butin. Des tonnes de gros poissons, de scarlets, d'esturgeons furent chargées dans les bateaux, et tous les passagers se régalèrent de caviar. Puis *Ile-de-France* s'engagea dans la partie canalisée du Danube, entre les collines de la Dobroudja et les marécages qui s'étendent jusqu'aux coteaux de Moldavie. Vers 6 heures du soir, le navire passa les Bouches à Sulina. M. et Mme Istrati, M. Antipa, le Prince Ghika, M. Després, qui avaient eu la gracieuseté de nous accompagner jusqu'à cette extrême limite de la terre roumaine débarquèrent en ce port, au grand regret de la Direction de la Croisière et de tous les touristes, qui auraient désiré les retenir encore près d'eux, les emporter en Crimée, dans les îles grecques et jusqu'en France.

En voyant se séparer de nous ces hautes personnalités, dont, depuis notre arrivée à Constantza, nous n'avions cessé d'éprouver la bienveillance, nous ne pûmes nous défendre de leur exprimer encore la gratitude que nous conservons à leurs personnes, la cordialité dont se sentent animés envers les Roumains tous les Français qu'ils ont touchés au cœur en les fêtant comme on fête des amis, en les accueillant comme des frères.

De la réception qu'il nous ont faite, il doit rester plus et mieux qu'un souvenir enchanté et reconnaissant : dans toute la France, nous devons dire la grandeur de ce peuple latin et ami de notre pays, le dépeindre tel que nous l'avons vu, libre et fier, intelligent et patriote, épris d'intellectualité, passionné pour le progrès de la culture humaine.

La *Revue générale des Sciences* ne négligera rien de ce qui pourra contribuer au développement de nos relations avec lui. Rapports économiques, rapports scientifiques, rapports d'amitié doivent désormais être cultivés, entre Roumains et Français, avec la conviction qu'en s'étendant de plus en plus, ils serviront, en même temps que les intérêts de nos deux nations, la cause même de la civilisation.

XI

En une nuit, on atteint par mer Sébastopol. Notre premier soin fut d'aller avec M. Gay, consul de France, M. le Préfet de police, M. le Maire et deux représentants de la municipalité, déposer une couronne, au cimetière russe, à la mémoire des sol-

dats morts au champ d'honneur pendant la guerre de Crimée. Le cimetière français étant beaucoup plus éloigné, c'est seulement le lendemain que nous pûmes y aller accomplir la même cérémonie. La *Revue générale des Sciences* avait tenu à confondre dans sa respectueuse admiration les héros des deux armées. Elle remercie tous ceux de ses touristes qui, en accompagnant les deux couronnes aux deux cimetières, se sont associés au sentiment qui lui avait dicté cette pieuse manifestation.

Nous n'apprendrions sans doute rien au lecteur en décrivant ici cette belle cité de Sébastopol, jadis ruinée et aujourd'hui florissante, non plus que ses environs immédiats, demeurés célèbres depuis sa résistance héroïque aux armées des assiégeants, et nous renoncerons aussi à dépeindre la route merveilleuse qui, de la ville, s'élève peu à peu dans la montagne voisine, au milieu de la forêt, pour déboucher à Baïdar sur l'un des plus beaux panoramas du monde. La haute corniche qui la continue, bordant d'une frise étroite la falaise plissée le long de la mer, nous a tous transportés d'admiration. Nous l'avons suivie un peu au delà du parc impérial de Livadia, jusqu'à Yalta, où elle descend au rivage; et, en cette charmante ville, rendez-vous estival du monde diplomatique et des riches boïars du Caucase et de l'Oural, nous retrouvâmes *Ile-de-France*. Un envoyé de S. M. le Tzar vint à bord nous inviter à visiter le lendemain matin le domaine impérial sous la conduite de hauts dignitaires de la Cour. Ceux-ci conduisirent les touristes, non à Livadia, où l'Empereur fit au directeur de la *Revue générale des Sciences*, au commandant d'*Ile-de-France* et à deux de leurs compagnons, l'honneur de les recevoir, mais à Massambra, autre propriété impériale, où un vin d'honneur leur fut offert. Cette promenade n'avait pu être effectuée sans modifier un peu le programme de la Croisière, lequel comprenait une intéressante navigation le long de la côte entre Yalta et Féodosie, ainsi que la visite de cette plage. La navigation eut lieu jusqu'à Féodosie, mais nous n'atteignîmes que le soir cette petite cité. Entre elle et Yalta, s'était déroulé l'imposant et instructif spectacle de la côte montagneuse, crevée par les volcans, hérissée de dykes éruptifs sur ses sommets et festonnée, sur le rivage, de petits caps de laccolithes.

Si splendide est toute cette côte méridionale de Crimée qu'en dépit d'un ciel maussade et parfois pluvieux, elle nous laissa à tous un radieux souvenir. Nous ne pouvions non plus la quitter sans avoir vivement senti l'honneur que S. M. Nicolas II avait daigné faire à la Croisière en donnant audience à quelques-uns de ses membres. C'était là, après beaucoup d'autres, un précieux témoignage de l'amicale entente entre la Russie et la France.

XII

La manifestation de tels sentiments envers notre patrie devait, tout le long de nos pérégrinations, conférer un éclat particulier à notre voyage. Au moment même où nous quittions la Crimée, le Gouvernement bulgare nous informait par télégramme que M. le Ministre de l'Instruction publique et M. le Ministre de Bulgarie à Paris se disposaient à nous faire accueil le surlendemain à Varna. Par bien des lectures, nous nous étions, pour la plupart, préparés à visiter la partie de leur pays qui avoisine ce grand port. Pour achever cette initiation, l'un des nôtres, M. Georges Bousquet, conseiller d'État honoraire et président de la Dette bulgare à Sofia, nous donna, pendant la traversée de la mer Noire, une conférence très goûtée et vivement applaudie sur : *Le Réveil bulgare*. Résumant brièvement l'histoire du pays depuis l'Antiquité jusqu'à nos jours, il nous fit sentir tout ce que le peuple bulgare a accumulé en lui de vitalité et de volonté opiniâtre, la conscience que, depuis vingt ans, il a prise de ses destinées, sa mâle résolution d'affermir son indépendance, d'accroître sa puissance militaire, de s'instruire et de grandir sa civilisation. Grâce à cette belle conférence, nous étions, en débarquant à Varna, tout prêts à comprendre l'admirable spectacle qu'allait nous donner la population de cette grande cité. Malgré l'heure matinale et sous une pluie torrentielle, elle nous attendait sur les quais, ayant à sa tête M. Mouchanoff, ministre de l'Instruction publique, M. Stancioff, ministre de Bulgarie à Paris, M. Takel, représentant M. le Ministre de l'Intérieur, M. le Maire et la Municipalité de la ville, accompagnés des directeurs et professeurs des établissements d'enseignement, de M. Bratchkoff, ingénieur de l'État, et de M. Isirkov, professeur de Géographie à l'Université de Sofia. M. Stancioff nous annonça que S. M. la Reine nous ferait, après notre excursion à Dikilitach et aux Limans, l'honneur de nous recevoir en son château d'Euxinograd. Il voulut bien, avec les hautes personnalités que nous venons de nommer, accompagner notre caravane dans la course que, malgré les trombes d'eau qui fondaient sur nos têtes, la plupart d'entre nous persistèrent à vouloir entreprendre. Nous avions tous entendu parler de cette merveilleuse *forêt pétrifiée* qui, aux premiers explorateurs occidentaux de ce district, donna l'illusion d'un temple gigantesque ruiné par le temps ; nous avions lu l'intéressante description qu'a donnée de ce curieux phénomène géologique un éminent collaborateur de cette *Revue*, M. Louis De Launay. Vainement, la cataracte qui nous inondait rendait-elle, par sa violence, tout parapluie inutile et transperçait-elle

nos vêtements: elle ne refroidit point notre ardeur. Après avoir gagné, par chemin de fer, la région des collines jusqu'à Guébédié, nous montâmes dans des chariots aimablement recrutés pour nous par le Comité de réception, et, transis, mouillés jusqu'aux os, cahotés dans la terre liquéfiée et couverts de boue, nous arrivâmes au plateau de Dikilitach. Le Comité nous y avait préparé, à l'abri d'une caverne, un lunch, dont nous appréciâmes vivement le réconfort. Puis, assez trempés pour défier désormais toutes les intempéries, nous nous promenâmes sur le plateau, émerveillés du spectacle extraordinaire qu'il présente. Les conditions dans lesquelles nous le contemplions nous aidèrent à comprendre le ravinement qui l'a si singulièrement façonné : l'air, l'eau et le vent ont délité la masse de grès qui le recouvrait, érodé et sculpté de cannelures les colonnes qu'ils y ont réservées : ces derniers témoins de tout un grand étage géologique, continuant d'être entamés par les eaux, sont destinés, eux aussi, à se résoudre en sable que les torrents entraîneront jusqu'au fond même de la vallée. Nous nous y sentions emportés nous-mêmes plus rapidement qu'à notre gré, lorsque les ardents petits chevaux qui nous ramenaient au train dévalèrent jusqu'à la plaine limoneuse où s'embourbèrent nos chariots.

M. le Ministre de l'Instruction publique nous offrit à déjeuner à Devna, dans une ferme où des abris avaient été aménagés à notre intention; puis nous allâmes visiter les sources des limans: mais les lacs qu'elles forment autour d'elles avaient perdu leurs contours; l'inondation les avait unis en une vaste mer, et c'est seulement le bouillonnement de l'eau à la surface qui nous indiquait les points d'émergence; les chemins disparaissaient sous l'onde. La voie ferrée elle-même fut, en certaines places, enlevée par des torrents, et force nous fut de descendre du train pour traverser à gué les espaces où talus et ballast s'étaient effondrés. Cette circonstance nous retint en amont de Varna jusqu'à la fin de la journée et, ainsi, nous empêcha de nous rendre à Euxinograd. Une trentaine de touristes qui, ennemis de l'humidité, ne s'étaient point risqués à notre excursion, purent, au contraire, conduits par M. Passaroff, président de l'Alliance française, se présenter chez S. M. la reine Éléonore. En rentrant à bord, ils ajoutèrent, par le récit du gracieux accueil dont ils avaient été honorés, aux regrets que nous éprouvions tous de n'avoir pu nous rendre à la réception royale.

Malgré le mauvais temps, cette journée passée en Bulgarie nous a beaucoup appris; elle nous a fait goûter le charme d'une hospitalité généreuse et cordiale: elle nous a montré chez ces rudes paysans qui partout se groupèrent autour de nous pour acclamer la France, les fils valeureux d'une nation forte et vaillante. « Cette nation, nous disait avec raison M. le Ministre de l'Instruction publique, est la plus jeune des Balkans. Nous n'avons, ajoutait-il, que trente ans de vie politique, mais nous pouvons avec fierté nous féliciter d'avoir pu, dans cette courte période de liberté, grâce à la sollicitude de Sa Majesté notre Tzar, faire graduellement l'éducation des masses populaires, les amener jusqu'à la conception du Gouvernement parlementaire et asseoir sur des bases solides nos institutions démocratiques. »

En nous entretenant de ces questions avec les membres du Gouvernement, les hauts fonctionnaires, les administrateurs, les publicistes et les professeurs qui avaient tenu à nous recevoir et à nous guider dans leur pays, nous constations à quel point toute la nation s'est imprégnée des idées françaises. Et, de ce premier contact, malheureusement bien court, avec l'âme bulgare, nous avons tous emporté un précieux enseignement. Le peu que nous avons vu des hommes et des choses au cours de cette rapide promenade nous a laissé au cœur le vif désir d'étudier, mais cette fois en détail, le pays tout entier ; aussi ne saurions-nous terminer ce bref compte-rendu de notre passage à Varna sans exprimer les profonds remerciements de la *Revue* et de ses touristes au Gouvernement, spécialement à MM. Mouchanoff et Stancioff, à M. le Préfet, à M. le Maire, à la Municipalité, à la population tout entière de Varna, qui, bravant un déluge lamentable, nous reconduisirent jusqu'à notre *Ile-de-France*, et ne quittèrent le quai qu'au moment de notre départ, après avoir salué « les Français ».

XIII

Après avoir visité la Roumanie et la Crimée, touché la Bulgarie, et, sur le chemin du retour, fait une seconde escale à Constantinople, il était intéressant de jeter un coup d'œil sur le passé des pays que nous venions d'étudier, spécialement sur leur avènement presque simultané à la civilisation. Une magistrale conférence de M. Charles Diehl déroula devant nous les grandes phases de l'expansion byzantine dans le bassin de la mer Noire; l'auteur nous fit assister à l'avènement de la Chersonèse taurique, des Etats carpathiques et de la Péninsule balkanique aux idées chrétiennes depuis le xe siècle de notre ère. Le magnifique rayonnement de Byzance à la Cour des Kazars, l'établissement d'un grand foyer d'apostolat chrétien à Cherson, puis la prédication conquérante de la foi nouvelle chez les Bulgares et les Moraves, bientôt chez les Valaques établis en Transylvanie, en Olténie ou en territoire bulgare, nous montrèrent les liens qui

rapprochèrent jadis dans un même *credo* des peuples que la politique a depuis profondément séparés. Malgré les différences, on peut même dire l'opposition actuelle qu'ils présentent, la communauté de leur foi religieuse est un fait qui ne peut manquer de frapper l'observateur. Tout doctrinal qu'il soit, le rattachement de ces contrées à l'Orthodoxie d'Orient pèse encore sur leurs destinées.

A Santorin, une intéressante causerie de M. Émile Haug clôtura la série de nos conférences. Sur le flanc du grand cirque volcanique, en face des volcans plus récents de ce curieux archipel, le savant géologue nous expliqua la structure de toutes ces îles, ainsi que les principales particularités qui marquèrent leur apparition successive.

De notre navigation même en ces parages, nous ne donnerons ici aucune relation. C'est, non pour décrire les pays visités, mais uniquement pour les remercier de leur accueil, que nous avons tenu à écrire ce long article. Nous n'insisterons pas sur l'intérêt, pourtant vivement ressenti, de notre traversée de retour. Si charmantes qu'aient été nos promenades dans la délicieuse île de Mételin, si pathétique qu'ait été pour nous le spectacle des ruines de Reggio, quelque éblouissement que nous ayons ressenti au milieu des splendeurs de l'archipel Santorin, — la merveille du voyage, ont dit tous les touristes, — nous nous bornerons à rendre grâces aux autorités et aux populations qui, partout, nous ont fêtés. Aucun de nous n'oubliera la façon dont nous avons été reçus à Phira par M. Delendas, agent consulaire de France, et Mme Delendas, par le R. P. Issaverdens, directeur, et par le R. P. Paillard, membre de la Mission des Lazaristes. C'est l'heureux sort des touristes de la *Revue générale des Sciences* de provoquer sur leur passage la sympathie universelle et d'éprouver l'universelle bienveillance. Les témoignages d'amitié donnés, d'un bout à l'autre de notre voyage, à la France et au peuple français, nous ont touchés au plus profond du cœur. Ils ont fait éclater aux yeux de tous le rôle et l'utilité de nos croisières.

Louis Olivier.

REVUE ANNUELLE D'ANATOMIE

I. — La cellule et les tissus.

§ 1. — Mitochondries, chondriosomes, chondriocontes.

Nous avons déjà eu l'occasion (*Revue* de 1904) de parler ici des granulations spéciales (mitochondries) ou chaînettes de granulations (chondriomites), mises en évidence par Benda (1898), à l'aide d'une méthode spéciale (alizarine et violet cristal), dans le protoplasme d'un grand nombre de cellules. Presque dès l'origine, l'auteur allemand avait émis l'idée que ce sont des organites hautement différenciés, ayant un rôle spécial, et dont l'importance paraîtrait d'autant plus grande qu'on les étudierait davantage.

L'espoir de Benda n'a pas été trompé; les mitochondries prennent une place chaque jour plus considérable dans les préoccupations des histologistes, et, bien que leur étude soit loin d'être achevée, les résultats obtenus méritent de nous arrêter un instant.

1. *Dénominations nouvelles.* — Définissons d'abord quelques termes nouveaux. Benda a surtout vu des granulations, et ses chondriomites ne sont que des chaînettes de granulations, bien qu'il admette un fusionnement possible de ces dernières. Martin Heidenhain avait créé l'expression de *pseudochromosomes* pour désigner de préférence les filaments bien calibrés, homogènes, non décomposables en granules, expression adoptée par Van der Stricht et ses élèves. Meves[1], rencontrant le plus souvent les formations mitochondriales sous cet aspect de bâtonnets, et voulant bien spécifier que ceux-ci sont d'un bout à l'autre constitués par une substance homogène et continue, a créé un mot nouveau pour les désigner, celui de *chondriocontes* (χονδριον, petit grain, κοντος, bâton), qui est sans doute encore provisoire, mais qui a, sur celui de *pseudochromosome*, l'avantage d'éviter toute confusion avec la chromatine. Le même auteur appelle *chondriome* l'ensemble de toutes les formations mitochondriales contenues dans une même cellule, et *chondriosome* chacune d'elles, quelle que soit sa forme.

Le *chondriosome* peut se présenter par conséquent sous l'aspect de grain (*mitochondrie*), de chaînette de grains (*chondriomites*) ou de bâtonnet flexueux plus ou moins allongé (*chondriocontes*). Meves est, en outre, disposé à admettre que les appareils réticulés décrits par Golgi, Negri, Pensa, Holmgren, etc., dans de nombreuses cellules, représentent une quatrième variété de chondriosomes.

[1] Meves : *Anat. Anzeiger*, t. XXXI, 1907, p. 399 et 561. — *Berichte der deutsch. Botan. Gesellsch.*, 1904. — *Archiv für mikr. Anat.*, t. LXXII, 1908, p. 816.

N'ayant jamais pu voir ces appareils par les réactions qui mettent en relief les chondriosomes, nous pensons, au contraire, qu'il s'agit d'objets différents, bien qu'ayant peut-être des relations d'origine avec les premiers.

2. *Constance des chondriosomes.* — Benda avait déjà trouvé les formations mitochondriales dans un assez grand nombre de cellules, et notamment dans les cellules sexuelles, dans les premiers blastomères du Triton, dans les fibres musculaires, dans l'épithélium des tubes contournés du rein. Dès 1899, il avait eu nettement « l'impression que toutes les cellules riches en protoplasme contiennent au moins des traces de granulations ordonnées de même et colorées de même ». Il ajoutait bientôt que ce doivent être des organes spécifiques de la cellule en général, comme semble le prouver leur persistance à part pendant la mitose. Meves (1907 et 1908) vient de le démontrer définitivement, en suivant le développement de l'embryon de souris, de cobaye, et surtout de celui du poulet. Dans les trois feuillets du blastoderme, dès leur formation, et plus tard dans les ébauches de tous les tissus et organes qui en dérivent, il trouve dans toutes les variétés de cellules des chondriosomes plus ou moins abondants, et généralement sous forme de bâtonnets, de filaments flexueux (chondriocontes). Ils persistent chez l'adulte dans un très grand nombre de ces éléments, bien qu'ils diminuent peu à peu par suite de transformations et d'adaptations fonctionnelles. Duesberg[1] vient de reprendre ces recherches et d'en confirmer les principaux résultats. Meves a mis en évidence, d'autre part, les chondriosomes jusque dans les cellules végétales. Nous pouvons donc affirmer maintenant ce que Benda avait entrevu, à savoir que le chondriosome représente une partie constituante normale et constante de la cellule, ou, plus exactement, que toute cellule en possède ou en a possédé à une période de son évolution. Ce ne peut être, dit encore Champy[2] qui l'a trouvé partout où il l'a cherché, « qu'un organe essentiel du cytoplasme ».

3. *Caractéristique histochimique.* — On avait d'abord uniquement caractérisé les chondriosomes par leur forme et par la réaction colorée de Benda. On tente aujourd'hui de leur trouver des caractères histochimiques plus importants. A l'époque 1899-1900) où nous avons décrit les chondriocontes de la cellule pancréatique sous le nom de filaments basaux, vermicules ou ergastidions[3], nous avons signalé que le meilleur réactif pour les mettre en évidence par de simples dissociations est l'acide osmique, qui les brunit rapidement, et bien plus que le fond du cytoplasme sur lequel il les fait trancher. Nous n'en avions pas tiré de conclusions touchant leur composition. D'autres l'ont fait depuis. Fauré-Frémiet[1] a de nouveau constaté chez ces éléments « une affinité toute particulière pour l'acide osmique », surtout après l'action d'un réducteur, ce qui tendrait à y indiquer la présence d'une graisse. Comme, d'autre part, ils sont insolubles dans les solvants des graisses, il admet qu' « ils sont constitués par un substratum albuminoïde, mais il est probable que celui-ci renferme des corps lipoïdes, ou se trouve séparé du plasma environnant par une mince couche lipoïde ». Un peu plus tard, Regaud[2] a pu être plus affirmatif, après avoir constaté que le moindre contact avec l'alcool, même après fixation, dissout la substance imprégnante si elle n'a pas été préalablement insolubilisée par un long mordançage chromique, c'est-à-dire par sa combinaison avec un sel de chrome. Après cette dissolution, le chondriosome perd son affinité pour les colorants. « Les chondriosomes, conclut Regaud, ont donc une constitution complexe : ils comprendraient un substratum protoplasmique chargé d'une substance lipoïde », qui est « dissociée d'avec son support par l'acide acétique..., dissoute par l'alcool, etc. » Depuis, Fauré-Frémiet, seul ou en collaboration avec André Mayer et Schæffer[3], a montré qu'après l'action de tous les solvants des graisses l'affinité pour l'acide osmique diminue fortement, et que, d'autre part, les colorants considérés comme spécifiques des chondriosomes (sur le vivant ou après fixation) sont également des colorants très électifs des acides gras, des monoglycérides, de l'ovolécithine, etc.

La présence, ou mieux l'accumulation de substance lipoïde, semble donc bien constituer dès à présent une des caractéristiques histochimiques des plus importantes pour les chondriosomes, bien que, comme l'admet Regaud lui-même sur les observations de Champy et de Mulon, la substance lipoïde et son substratum puissent se séparer dans certains cas au cours de l'évolution[4].

4. *Rôle des chondriosomes.* — La constance du chondriome dans la cellule, avec des caractères partout bien nets, prouve qu'il doit avoir une importance capitale dans la vie cellulaire. Mais quel

[1] Duesberg : *Verhandl. der anat. Gesellsch.*, Giessen, 1909, p. 123.

[2] Champy : *C. R. Soc. de Biologie*, 30 janvier 1909.

[3] Revue annuelle de 1900, et *Revue gen. d'Histologie*, de Renaut et Regaud : *Le Pancréas*. 1906.

[1] Fauré-Frémiet : *C. R. de l'Assoc. des Anat.*, 1908, p. 32.

[2] Regaud : *C. R. Soc. de Biologie*, décembre 1908.

[3] Faure-Frémiet, Mayer et Schæffer : *C. R. de la Soc. de Biologie*, 1909, p. 921. — Faure-Frémiet : *C. R. Académ. des Sciences*, juillet 1909.

[4] Regaud et Mawas : *C. R. de l'Assoc. des Anatomistes*, 1909 (et discussion à la suite).

rôle y joue-t-il? Benda, s'appuyant sur sa présence dans la fibre striée, à la base du spermatozoïde, dans les racines des cils, etc., croyait d'abord à un *rôle moteur*, et n'a pas hésité à considérer comme essentiellement contractiles les cellules du tube contourné du rein où il est si développé. Les observations nouvelles ont fait abandonner à peu près complètement cette conception.

Benda[1] (1903), après avoir constaté la présence des chondriosomes dans les premiers blastomères du Triton, a émis une seconde hypothèse, que Meves (1908) vient de reprendre et de développer avec beaucoup de brio à la suite de ses recherches embryologiques. Pour les deux auteurs allemands, les chondriosomes, étant présents dans les deux cellules sexuelles mâle et femelle, doivent évidemment prendre part à la fécondation; partagés ensuite entre toutes les cellules embryonnaires, où on les retrouve persistants (et parfois divisés) pendant la caryocinèse même, ils jouent évidemment un rôle comme facteurs de l'hérédité et transmetteurs des propriétés héréditaires. Ils représentent vraisemblablement le substratum matériel de la théorie de l'idioplasme de Nägeli.

Mais, à côté de ce *rôle*, encore assez hypothétique, Meves en a mis en relief un autre (déjà entrevu aussi par Benda) *dans la différenciation des tissus*. Il trouve des chaînes de chondriocontes nombreux et serrés dans le cône d'accroissement du neuroblaste, au moment où il s'allonge soudain pour constituer la fibre nerveuse, et croit voir ces chaînes se transformer en neurofibrilles par modification de leurs réactions colorées. Il les retrouve comme précurseurs des fibres de la névroglie, et peut-être aussi des fibres collagènes du tissu conjonctif. Il les retrouve encore (et Duesberg récemment a confirmé) dans les myoblastes, au moment où ceux-ci s'allongent (et souvent se fusionnent : Duesberg) pour devenir fibres musculaires striées. Chaque fibrille contractile aurait pour origine une chaînette de chondriocontes.

Enfin et surtout, dans certains éléments, les chondriosomes paraissent jouer un *rôle élaborateur* manifeste. Van der Stricht[2] a montré depuis assez longtemps déjà leur pullulation, puis leur disparition partielle dans l'ovule des Mammifères avant et pour la formation des sphères vitellines. Mlle Marie Loyez[3] a prouvé récemment que, chez certains animaux au moins (*Cionia intestinalis* et autres Ascidies), chaque mitochondrie devient en grossissant, en se transformant, et en se chargeant de plus en plus d'une substance lipoïde, la sphère vitelline elle-même.

Le rôle élaborateur ne paraît pas moins net dans certaines glandes. Dès 1899-1900, nous avions décrit, dans les ergastidions (chondriocontes) de la cellule pancréatique, la formation de varicosités au centre de chacune desquelles se différencie un petit grain de zymogène, et insisté sur le processus compliqué d'élaboration de ces grains. Regaud et Mawas sont récemment arrivés aux mêmes résultats pour les glandes salivaires (parotide de l'âne, sous-maxillaire de l'homme). Regaud[1], chez la couleuvre vipérine, a vu d'autre part, dans les tubes contournés du rein, les chondriocontes très abondants se segmenter en grains de ségrégation qui grossissent peu à peu, et les cellules présenter des stades fonctionnels très nets, avec alternance de réplétion par les filaments élaborateurs et par les grains, le tout complété par une phase d'excrétion avec destruction de ces derniers. Il en conclut que les grains de ségrégation, en général, doivent avoir pour matrice des chondriosomes. Il finit par cette hypothèse physiologique que, d'une façon générale, « les formations mitochondriales sont les organites intracellulaires chargés de l'extraction et de la fixation élective ». En d'autres termes, ce seraient eux surtout qui extrairaient du plasma nutritif absorbé par la cellule, et qui accumuleraient en leur intérieur, grâce à leur richesse en lipoïdes[2], les matériaux nécessaires à la vie et au fonctionnement de l'élément, d'où l'expression physiologique *d'éclectosomes* que Regaud emprunte à son maître M. Renaut, pour les désigner encore.

Nous ajouterons, en complétant sa pensée, que ce doivent être eux aussi qui ont surtout le pouvoir de remanier ces substances et d'en élaborer d'autres, celles-ci servant soit à constituer des produits de ségrégation qui sont éliminés ou mis en réserve (glandes, ovule), soit à modifier le chondriosome lui-même pour le transformer en un organite nouveau et fonctionnellement différent (fibrille musculaire, nerveuse, etc.). Et ainsi nous réunirons dans une même formule le rôle élaborateur proprement dit et le rôle dans la différenciation des tissus. Tout ceci naturellement est encore très hypothétique et exige une étude détaillée. Mais, dès maintenant, le rôle et l'importance des formations mitochondriales paraissent s'élargir singulièrement. L'essentiel, pour ne point faire fausse route, sera de les définir de mieux en mieux, car il est évident que tout

[1] Benda : *Ergebnisse der Anatomie*, t. XII, 1903.

[2] Van der Stricht : *C. R. de l'Assoc. des Anat.*, 1902, 1903, 1904, 1905, et Structure de l'ovule des Mammifères (Bruxelles, Hayez, 1909).

[3] Marie Loyez : *C. R. de l'Assoc. des Anatomistes*, Nancy, 1909, p. 189.

[1] Regaud : *C. R. de la Soc. de Biol.*, 1909, p. 949, 1035, etc. — Regaud et Mawas (*loc. cit.*).

[2] C'est une transformation de la théorie d'Overton (voir Revue annuelle de 1906), qui a montré l'importance des lipoïdes dans l'absorption, l'intussusception élective de la cellule, mais qui localisait ces lipoïdes dans une couche limitante où l'on n'a pu les retrouver.

grain, tout filament intraprotoplasmique ne peut être un chondriosome, et ne saurait être considéré comme tel qu'à bon escient.

Une première difficulté consiste à préciser dans les glandes les relations de ceux-ci avec *l'ergastoplasme* ou plasma élaborateur de Garnier et Bouin, l'une des variétés du protoplasma supérieur de Prenant: Bouin[1], en 1905, après avoir essayé sur eux la méthode de Benda, a proclamé l'identité de ses filaments ergastoplasmiques avec les chondriocontes. Mais voici que Regaud s'élève contre cette manière de voir et donne à l'appui des raisons qui sont loin d'être sans valeur. Il prétend mettre en relief les deux sortes de formations simultanément (bien qu'inégalement) dans la même cellule, et il semble ressortir de ses figures que l'ergastoplasme de Garnier et Bouin ne serait guère autre chose que la masse entière du protoplasme basal et basophile des cellules glandulaires, protoplasme d'aspect souvent feuilleté, et englobant généralement la majeure partie des chondriosomes. Il peut y avoir eu quelque confusion sur ce point, mais d'importance secondaire. Ce qui est bien certain, c'est que ce sont les chondriocontes bien nets et bien délimités d'aujourd'hui, avec leur électivité spéciale pour l'acide osmique, que nous avons décrits nous-même dans la cellule pancréatique, sous le nom de filaments ergastoplasmiques ou ergastidions; ce sont eux qu'Altmann[2] avait étudiés dans le même élément sous le nom de *filaments végétatifs*, et auxquels nous avons fait jouer, l'un et l'autre, un rôle capital dans l'élaboration. Et s'ils représentent du plasma élaborateur, le nom d'ergastoplasme leur convient si bien, qu'il faudra y regarder à deux fois avant de l'abandonner[3].

5. *Chondriome et protoplasme.* — Remarquons, pour finir, que l'étude du chondriome cellulaire porte un rude coup à la théorie filaire de la structure du protoplasme. Flemming l'avait établie en partant surtout de l'observation de la cellule cartilagineuse de la salamandre, et d'un certain nombre d'autres éléments où il pouvait apercevoir des filaments dans le protoplasme pendant la vie même et sans le secours d'aucun réactif. Or (comme nous l'avions déjà signalé sur le cartilage par le vert Janus) Meves, reprenant les objets qui ont servi de types à Flemming, montre que les filaments décrits par ce dernier, en petit nombre d'ailleurs, sont des chondriocontes, en ont toutes les réactions. La théorie filaire perd ainsi sa base la plus solide, et, de plus en plus, nous sommes autorisés à concevoir le protoplasme (cytoplasme) comme une masse de structure microscopique initialement homogène, de structure ultramicroscopique très finement granuleuse à la façon des colloïdes, et dans laquelle se différencient secondairement des structures fonctionnelles diverses, grains, vacuoles, filaments, dont une partie correspond aux chondriosomes[4].

§ 2. — La question de l'origine du pigment.

De nombreuses cellules de l'organisme contiennent des pigments, les unes méritant simplement le nom de cellules pigmentées (Prenant), et appartenant à des tissus divers (tissu conjonctif, épiderme, ovule), les autres constituant une véritable espèce cellulaire définie, répandue particulièrement chez les Vertébrés inférieurs : ce sont les *cellules pigmentaires* proprement dites, bien étudiées récemment encore par Éternod[2] sous le nom de *chromatocytes*, comme une espèce cellulaire à part, à mouvements très étendus et souvent fort rapides.

Mais quelle est l'origine du pigment contenu? C'est un point sur lequel on n'est aucunement parvenu jusqu'ici à se mettre d'accord, et qui vient de faire récemment encore l'objet de recherches intéressantes de Prowazek[3], d'Arnold[4], et surtout de Prenant[5] et de son élève Mlle Asvadourova[6].

On sait que, pour les uns, tout le pigment est d'origine exogène, hématique, et provient de l'hémoglobine du sang; pour les autres, il est autochtone et endogène, c'est-à-dire fabriqué par la cellule même qui le contient. Prenant fait remarquer qu'il est impossible de lui reconnaître une origine univoque, puisque, à côté de pigment d'origine hématique certaine (exemple : corps jaune hémorragique d'après Rabl, cellules mûriformes d'après Rouget, Rabl, Prenant, etc.), on trouve du pigment chez de nombreux Invertébrés dépourvus d'hémoglobine, et où il dérive de la graisse (exemple : ailes des papillons d'après Toldt, Friedmann, etc.).

Le plus souvent pourtant, chez les Vertébrés, il paraît être d'origine hématique, mais y a-t-il sim-

[1] Bouin : *Arc. de Zool. exp.*, 1905.

[2] Nous nous sommes déjà élevé, et Regaud s'élève avec raison aujourd'hui, contre le discrédit dans lequel sont tombées les excellentes observations d'Altmann. Ses théories, dans lesquelles il y avait pourtant une part de vérité, ont par trop nui au reste de son œuvre.

[3] On arrivera sans doute à ceci: c'est que le chondriosome est partie intégrante plus différenciée de l'ergastoplasme ou protoplasme basophile.

[4] Cet article était écrit avant la publication de celui de M. Guieysse-Pellissier (*Revue gén. des Sciences* du 30 septembre 1909). Nous sommes heureux de pouvoir renvoyer à ses figures.

[2] Éternod : *Bibliogr. anatom.*, et *Verhandl. der Anat. Gesell.*, 1908.

[3] Prowazek : *Zoolog. Anzeig.*, t. XXXI, 1907.

[4] Arnold : *Anat. Anzeig.*, 1907, et *Arch. für path. Anat.*, t. CXC, 1907.

[5] Prenant : *C. R. de l'Assoc. des Anat.*, Nancy, 1909.

[6] N. Asvadourova : *C. R. de l'Ass. des Anat.*, 1909, et *C.-R. Soc. de Biol.*, *Réunion biol. de Nancy*, 1907.

plement destruction des globules rouges dans le sang (Ziegler, Biondi, List), ou bien y a-t-il, comme Rouget, Rabl ont cru le voir en certains points, phagocytose des hématies par la future cellule pigmentaire, et transformation directe sur place de ces hématies et de leurs débris? Dans le premier cas, le pigment peut-il se former dans le sang circulant (Ziegler, Biondi), ou est-il nécessaire que l'hémoglobine soit absorbée à l'état dissous et remaniée par une cellule qui élaborera le pigment à ses dépens? Enfin, dans cette cellule, sera-t-il nécessaire que le pigment se forme de par l'activité d'organites spéciaux, grains incolores ou plastes (*Pigmentbildner* de Reinke, admis par Fischel), ou par simple fixation de matière colorante sur un grain protoplasmique banal (Carnot)? Autant de questions qui sont loin d'être résolues.

Arnold n'admet jamais (qu'il y ait ou non phagocytose) la transformation directe des hématies ou de leurs débris. Pour lui, l'hémoglobine pénètre en général à l'état dissous dans les cellules; dans tous les cas, il serait nécessaire qu'elle fût absorbée et remaniée par ces sortes de plastes qu'il appelle plasmosomes et granula. Ce sont eux seuls qui élaboreraient le grain de pigment, comme ils élaborent la plupart des autres produits : graisse, glycogène, mucine, etc. Il trouve, en effet, chez les larves d'Amphibiens où il provoque une sorte de sidérose expérimentale, des granulations ferriques recouvrant exactement les corpuscules colorables par le rouge neutre. Prowazek se prononce dans un sens analogue.

Prenant est plus éclectique. Il croirait volontiers, dans certains cas, à la formation de pigment libre dans le sang. Le plus souvent, au contraire, celui-ci serait élaboré par les cellules, soit directement aux dépens d'hématies, soit aux dépens d'hémoglobine dissoute. Dans les chromatocytes des Amphibiens, que l'auteur français a particulièrement étudiés avec son élève, et qui sont pour lui des leucocytes spécialisés, la majeure partie du pigment lui semble provisoirement se former en dehors des plastes, et ne serait ainsi que le résidu des décompositions chimiques éprouvées par l'hématine. Il en est ainsi, par exemple, dans les chromatocytes en voie de formation (chromatoblastes) qu'il a étudiés sous le nom de *cellules miriformes* dans le foie des adultes et dans la queue des larves : c'est entre les nombreuses boules (plastes) que contiennent ces éléments qu'apparaît surtout le pigment, par grains d'abord et par traînées discrètes, puis de plus en plus larges. Pourtant, Prenant observe souvent le pigment dans ces boules mêmes sous forme de grains isolés, ailleurs confluents en une sorte de pelote. Y ont-ils pénétré secondairement? C'est ce qu'il est difficile de dire. Une observation de Mlle Asvadourova est particulièrement curieuse. Sur la larve d'*Alytes*, plongée quelques instants dans le rouge neutre, elle voit se dessiner dans l'expansion caudale un réseau, probablement lymphatique, rempli de grains (de plastes) colorés en rouge. Dans chacun d'eux, au bout d'un certain temps (si la queue a été sectionnée), on voit disparaître la coloration rouge et apparaître un grain ou bâtonnet noir et mobile. Evidemment il faut, avec Prenant, faire de fortes réserves sur cette observation. Mais, au cas où l'on pourrait prouver que c'est bien un grain de pigment, et non un corps différent dérivé de la matière colorante elle-même sous l'influence réductrice ou oxydante du plaste, ce deviendrait une preuve saisissante de l'activité pigmentogène de ce dernier.

Enfin, dans les cellules mûriformes, Prenant montre que les boules, qui joueraient ici le rôle de plastes après s'être incorporées à la cellule, ont une origine hématique bien nette. Ce sont des hématies phagocytées, que l'on voit peu à peu se modifier et perdre leur matière colorante. Mlle Asvadourova y a décelé le fer (par la combinaison des procédés de Macallum et de Perls), et prouvé qu'il y diminue d'autant plus que le pigment néoformé est plus abondant entre elles. Les boules les plus avancées dans leur évolution n'en contiennent plus. Dans ces cellules pigmentaires au moins, il y a donc bien transformation directe ou à peu près directe (c'est-à-dire après diffusion des dérivés hématiques dans le protoplasme) des globules rouges en pigment, sous l'influence du leucocyte phagocyteur, qui devient successivement chromatoblaste, puis chromatocyte.

§ 3. — La caryoanabiose et les cellules géantes.

Greffer dans une cellule géante en voie de développement des noyaux de leucocytes plus ou moins altérés ou des noyaux de spermatozoïdes, les voir se revivifier au contact de ce protoplasme étranger, grossir, et contribuer à l'augmentation de nombre des noyaux de la cellule géante dont ils sont devenus partie intégrante : tel est le curieux phénomène dont nous rend témoins Guieysse-Pellissier[1] sous le nom de *caryoanabiose*, c'est-à-dire résurrection du noyau.

Pour arriver à ce résultat, il introduit dans les muscles, le foie ou les reins de Cobaye de petits fragments de moelle de sureau, et referme la plaie. Il prélève, fixe et étudie au bout de six à douze jours le morceau d'organe qui emprisonne le corps étranger. Autour de lui s'est formée une coque fibreuse dans l'épaisseur de laquelle on trouve, au

[1] A. Guieysse : *C. R. de la Soc. de Biologie*, 7 mars 1908, et *C. R. de l'Assoc. des Anat.*, Marseille, 1908, p. 44.

contact de la moelle surtout, et jusque dans ses mailles : 1° des globules de pus, c'est-à-dire des leucocytes polynucléaires altérés à noyaux en pycnose (se colorant en masse); 2° des cellules géantes à noyaux très nombreux (jusqu'à plusieurs centaines) et souvent si serrés que leur quantité n'est plus du tout en rapport avec la taille de l'élément; 3° de grosses cellules conjonctives migratrices très actives, et souvent en caryocinèse, d'où doivent dériver les précédentes, car on trouve entre elles tous les intermédiaires.

On ne rencontre dans les cellules géantes aucune division nucléaire directe ou indirecte, et cependant le nombre de leurs noyaux ne cesse d'augmenter. C'est, dit Guieysse, par le procédé de la caryoanabiose. Cellules migratrices et cellules géantes s'emparent des leucocytes polynucléaires affaiblis, les phagocytent; le protoplasme de ceux-ci disparaît, leur noyau se fragmente; mais bientôt une partie de ces fragments, au contact vivifiant du protoplasme de la cellule géante, se modifient, grossissent, reprennent la structure nucléaire normale et viennent s'ajouter à ceux qui existaient déjà.

Comme preuves de cette évolution un peu surprenante, Guieysse nous montre non seulement des stades de transition, mais des noyaux géminés de polynucléaires encore reconnaissables au tractus qui les unit et pourtant en voie de transformation avancée. Mieux encore : il injecte du sperme dans la plaie, et nous fait voir quelques heures après, dans les noyaux nouvellement annexés et déjà transformés, des têtes de spermatozoïdes encore plus ou moins reconnaissables grâce à la persistance d'un reste de filament caudal ou même d'une queue complète.

Il semble donc bien prouvé que, dans certains cas, des noyaux pycnotiques commençant seulement à dégénérer (globules de pus récents), ou à chromatine condensée et incapable d'évoluer dans leur cellule pauvre en cytoplasme (spermatozoïdes), puissent se greffer dans un protoplasme étranger, s'y revivifier et devenir partie intégrante de la nouvelle cellule qui les a annexés. C'est d'ailleurs un peu ce qui arrive au pronucleus mâle dans la fécondation; c'est surtout ce qui arrive chez les Sélaciens, chez les Reptiles, aux spermatozoïdes supplémentaires (Rückert, Oppel, Nicolas), qui vont s'implanter dans le vitellus nutritif et le mobiliser, en y formant les mérocytes.

II. — Appareil de la digestion.

§ 1. — Anatomie de la bouche et des dents.

A part le livre de Rolland (1904), il n'existe guère, croyons-nous, de traité récent d'anatomie appliquée et limitée à la stomatologie. Et cependant, en présence de la transformation qui vient de se faire en France par la création d'Écoles dentaires dans la plupart de nos Facultés, il était presque indispensable qu'un livre de ce genre, écrit spécialement pour eux, fût mis entre les mains des dentistes. C'est cette lacune que vient de combler l'*Anatomie de la bouche et des dents* de Dieulafé et Herpin[1]. Ce volume de 184 pages, et bien au courant, donne sans trop de détails toutes les notions nécessaires à un dentiste, et renvoie pour le surplus à un index bibliographique assez complet à la fin de chaque chapitre. De nombreuses figures, souvent originales, éclaircissent les descriptions.

§ 2. — Endothélium et charpente du lobule hépatique.

On sait que Kupffer avait décrit dans le lobule hépatique, sous le nom de *Sternzellen*, des éléments étoilés ou fusiformes spéciaux qu'il considérait, avec certaines fibres très fines, comme représentant la charpente conjonctive du lobule. Plus tard, en 1899, il reconnut que la *Sternzelle* n'est autre chose que la cellule endothéliale même des capillaires sanguins, douée ici de propriétés spéciales, et notamment d'un pouvoir phagocyteur tout à fait remarquable.

Cet élément a été étudié de divers côtés depuis, et, sous le nom de « cellule de Kupffer », Nathan[2] nous en présente aujourd'hui une étude d'ensemble qui a le mérite de réunir en un seul faisceau des données très éparses, glanées dans les mémoires d'Anatomie, de Physiologie et de Pathologie, tout en y ajoutant bon nombre d'observations personnelles de tout genre.

L'auteur a d'abord cherché et retrouvé cet élément dans toutes les classes de Vertébrés, depuis la lamproie jusqu'à l'homme. Puis il a suivi son évolution chez l'embryon humain, et montré comment à une certaine période, au niveau des capillaires de multiplication, il s'anastomose avec les voisins en un réseau qui cloisonne la cavité sanguine et renferme dans ses mailles les globules du sang en voie de développement.

Pour lui, comme pour l'auteur dont elles portent le nom, les cellules de Kupffer ne sont autre chose que les cellules mêmes de l'endothélium. Celui-ci a gardé la disposition syncytiale embryonnaire, et,

[1] Dieulafé et Herpin, en *Traité de Stomatologie* de Gaillard et Nogué. Paris, Baillière, 1909. — Le livre de Rolland est intitulé : *Anatomie de la bouche et des dents* (Paris, Doin, 1904). Citons encore les travaux plus limités de Choquet (Paris, Rudeval, 1903), l'*Encyclopédie dentaire* de Schœff (Wien), l'Atlas de Preiswerck, enfin l'*Anat. des Zahngebisses* de Mühlreiter.

[2] Nathan : *Journal de l'Anatomie et de la Physiol.*, t. XLIV, 1908, p. 208.

dans la lame endothéliale continue, les cellules de Kupffer ne représentent qu'une série de renflements étoilés autour d'autant de noyaux. Nathan rejette, par conséquent, les conclusions de Browicz, qui les a superposées à l'endothélium, et de Disse, qui en fait les éléments d'une sorte de gaine lymphatique. Il rappelle qu'on n'a jamais pu jusqu'ici voir d'une façon certaine les lymphatiques pénétrer dans le lobule. Il n'admet pas davantage l'existence des fibres en treillis d'Oppel, remises pourtant en évidence par Maresch (1905) à l'aide de la méthode de Bielchowsky, et qui formeraient une sorte de gaine adventice aux capillaires. Il s'appuie, au contraire, sur les observations de Mall (1906)[1], qui voit dans ces imprégnations un tissu réticulé non collagène, qu'il met en évidence dans les digestions par la pancréatine, et qui se superpose assez bien au réseau Kupfférien. Plus encore que Mall, Nathan admet l'homologie complète entre ce tissu de soutien et l'endothélium vasculaire, et rappelle l'état réticulé de ce dernier à certaines périodes du développement. Il s'appuie enfin surtout sur des constatations personnelles expérimentales et anatomo-pathologiques.

En effet, par des injections diverses d'éthérobacilline, de tuberculine, d'adrénaline, de toxine pyocyanique, il s'applique à surexciter l'activité phagocytaire des cellules de Kupffer. Il les voit tantôt s'épaissir simplement en se chargeant d'enclaves, tantôt faire considérablement saillie ou même se détacher, faisant hernie soit dans la lumière, soit en dehors dans les travées hépatiques qu'elles dissocient. Elles deviennent à ce moment de gros macrophages, ou même des cellules géantes à nombreux noyaux. A un moment donné elles pourraient, en s'anastomosant en un réseau plus serré et à plus larges travées, devenir capables de différencier des fibres collagènes, et être le point de départ d'une véritable sclérose endothéliale du lobule.

Il y a là un mélange assez singulier des propriétés endothéliales et conjonctives que nous comprenons assez difficilement à l'heure actuelle. Il appartient à des recherches ultérieures ou de l'expliquer plus clairement, ou de faire cesser la confusion. Mais nous devons savoir gré à l'auteur d'avoir abordé franchement le problème.

Nathan n'a pas manqué de mettre en relief le pouvoir phagocytaire de la cellule de Kupffer, tant par la description des meilleures expériences de ses prédécesseurs (souvent oubliées, celles de Werigo notamment) que par celles qu'il a entreprises lui-même avec le collargol. Au bout d'une demi-heure, les cellules de Kupffer ont accumulé dans leur protoplasma les substances finement granuleuses injectées dans le sang et qu'elles ont captées au passage, faisant du foie un véritable filtre, mais un filtre sélecteur. Elles les conservent pendant trois ou quatre jours seulement, mais on peut, par de nouvelles injections pratiquées tous les deux jours, les maintenir chargées. C'est grâce à cet artifice que l'auteur a pu étudier leurs variations expérimentales. Les granulations, au bout d'un certain temps, passent peu à peu dans la cellule hépatique, et de là dans la bile, comme semblent le démontrer les expériences de Gompel et Henry (1906). Le passage des granules dans les travées hépatiques serait assuré par le contact direct et intime des cellules de Kupffer avec ces travées, contact intime qu'affirme Nathan, et qu'affirmaient récemment aussi Gilbert et Carnot (1901).

§ 3. — Topographie de l'arrière-cavité des épiploons.

L'orifice de l'hiatus de Winslow, qui doit normalement laisser pénétrer dans le vestibule de l'arrière-cavité des épiploons, est parfois incomplètement perméable ; d'autres fois, l'arrière-cavité et son vestibule sont elles-mêmes plus ou moins complètement cloisonnées. On attribue généralement tous ces cloisonnements, toutes ces brides, à des adhérences pathologiques résultant de la fréquence des lésions inflammatoires chroniques de l'estomac et du pancréas. Garnier[1], à la suite de recherches minutieuses sur trente-quatre sujets, affirme qu'il n'en est rien, et que le plus souvent il s'agit de l'exagération de dispositions normales ou tout au moins très fréquentes.

Tout d'abord, on trouve d'une façon constante ou à peu près constante l'arrière-cavité étranglée par le repli séreux, décrit pour la première fois par Huschke sous le nom de *ligament gastro-pancréatique*, et qui résulte du soulèvement du péritoine, devenu secondairement pariétal, par la crosse de l'artère coronaire stomachique. Ce ligament détermine, comme on le sait, le rétrécissement connu sous le nom d'isthme de la bourse épiploïque (Rauber) ou *foramen bursæ omentalis*. Mais Garnier montre que ce n'est point exceptionnellement (comme le disait Jonnesco) que ce ligament vient empiéter sur le bord supérieur et la face antérieure du pancréas. Ce serait, au contraire, normal chez l'adulte et le vieillard. Le repli gastro-pancréatique semble s'étirer selon son bord libre, laissant en arrière les vaisseaux coronaires qu'on ne retrouve plus dans ce bord tranchant. Sur les trois quarts des sujets, il offre ainsi un prolonge-

[1] Mall : *American Journal of Anatomy*, t. V, 1906.

[1] Ch. Garnier : *C. R. de l'Assoc. des Anatomistes*, Nancy, 1909, p. 762.

ment septal membraneux qui cloisonne l'arrière-cavité et rétrécit fortement le *foramen bursæ omentalis*.

En second lieu, le péritoine pariétal, vers le tiers terminal du pancréas, est légèrement soulevé par les sinuosités de l'artère splénique. Plusieurs fois, Garnier a constaté qu'à chacun des petits éperons dus à ces soulèvements pouvait correspondre un prolongement membraneux de même nature que celui qui vient d'être décrit.

Enfin et surtout, dans plus des trois quarts des cas, contrairement à la description classique, le récessus droit de la bourse épiploïque était plus ou moins effacé par la coalescence des feuillets péritonéaux qui le constituent. Cette soudure partait de la gauche pour cheminer vers le pylore et se continuer le long de la lèvre postérieure de la petite courbure de l'estomac. La coalescence peut être continue ou interrompue, et déterminer ainsi une structure alvéolaire de la zone adhérente. Le processus d'agglutination se prolonge parfois sur la gauche, vers la petite courbure de l'estomac, et peut arriver à fermer complètement l'arrière-cavité en la séparant de son vestibule. Garnier a constaté sept fois cette occlusion totale, ou tout au moins ne permettant pas l'entrée du doigt. Il en conclut que l'arrière-cavité des épiploons est normalement, chez l'adulte, beaucoup plus accidentée qu'on ne l'admet en général, et que le chirurgien aura à tenir grand compte de cet état anatomique au cours de ses interventions. Avec Broman (1905)[1], il explique ces soudures péritonéales secondaires en faisant intervenir des « élévations locales de la pression intra-abdominale en rapport avec des proéminences d'organes dues à l'activité de ceux-ci ».

III. — Appareil respiratoire.
Poumon : Forme des cavités de l'hématose.

Les plus fines cavités où les bronches conduisent l'air inspiré et où il vient se charger d'oxygène, les *cavités de l'hématose* en un mot, ont une forme un peu complexe et déjà bien décrite depuis assez longtemps par Franz Eilhard Schulze (1871). Pourtant, la description de cet auteur est loin d'être partout acceptée, si l'on s'en réfère aux mémoires récents, et surtout si l'on parcourt les livres classiques d'Anatomie, de Physiologie ou de Pathologie, souvent attardés à des schémas par trop éloignés de la réalité.

Comme Schulze le disait dès 1871, et comme il le précise dans un mémoire récent (1906)[2], on trouve à l'extrémité de chaque bronche non point un ou plusieurs petits sacs, comme on le figure encore si souvent, mais tout un *système de canaux alvéolaires ramifiés* (*Alveolargangsystem*), ou, comme il préfère l'appeler aujourd'hui, un *arbuscule alvéolaire* (*Alveolarbäumchen*, *Arbor alveolaris*); nous dirons plus volontiers en français : un *bouquet de canaux alvéolaires*, ou, en abrégeant : un *bouquet alvéolaire*. Ces conduits, comme l'indique leur nom, sont des canaux ramifiés au même titre que les bronches, mais à paroi gaufrée d'alvéoles sur tout son pourtour ; de sorte que, d'un bout à l'autre, le poumon ne cesse d'être un arbre creux tubulé. Tout le monde encore, ou presque tout le monde place, sinon à l'extrémité de la bronche, du moins à l'extrémité de chacun des canaux alvéolaires, une dilatation terminale élargie en entonnoir à son extrémité distale, sous le nom d'*infundibulum*. Schulze prouve, une fois de plus, que ce nom est « bien peu justifié en la plupart des cas » ; pourtant il emploie maintenant l'expression de saccules (*Sacculi*, *Alveolarsäckchen*), pour désigner les extrémités terminales aveugles des canaux alvéolaires. Nous croyons qu'il a tort de faire cette concession, qui sera mal comprise, car des reconstitutions en cire du bouquet alvéolaire chez l'homme adulte sain (supplicié) nous montrent (sauf immédiatement sous la plèvre) la plupart de ces extrémités plutôt appointies que renflées[1].

Schulze admet encore, dans ce mémoire, l'existence des *bronchioles respiratoires* qu'il avait méconnues dans le premier, et qui furent plus tard (1881) découvertes par Kœlliker, c'est-à-dire l'existence, entre la bronche classique et le bouquet de canaux alvéolaires, de conduits intermédiaires offrant encore la structure des bronches, mais portant déjà quelques alvéoles, ou bien une ou deux rangées d'alvéoles sur une de leurs faces. Mais il affirme pourtant que ces bronchioles de transition peuvent manquer dans certains cas.

Dès 1893, et de nouveau en 1900[2], W.-S. Miller avait décrit dans le bouquet alvéolaire, qu'il comprend d'ailleurs un peu différemment, une nouvelle complication. D'après lui, les saccules terminaux ou *Air-sacs* (car il les admet) ne se brancheraient pas directement sur le canal alvéolaire (ou *Terminal bronchus*), mais chaque groupe de ces saccules en serait séparé par une cavité globuleuse et élargie, où viendraient s'ouvrir leurs cols, et que Miller désigne sous le nom d'*atrium*. Ce serait un segment jusqu'ici méconnu des voies aériennes. Chaque canal alvéolaire porterait de trois à six

[1] Broman : *Münchner mediz. Wochenschr.*, n° 21, 1905.
[2] Fr. E. Schulze : *Sitzungsber. der kön. preussisch. Akad. der Wissensch.*, 1906, p. 225.

[1] *C. R. de l'Assoc. des Anat.* (1909), et *Travaux et Mémoires de l'Université de Lille* (1909).
[2] W. S. Miller : *Archiv für Anat. und Phys., Anat. Abth.*, 1900, p. 197.

atria vers son extrémité. Justesen[1] a retrouvé l'atrium, non seulement chez le chien qui avait servi de type à Miller, mais surtout chez le bœuf, où il serait notablement plus large que les saccules terminaux. Au contraire, ni J. Müller[2], ni F.-E. Schulze n'ont pu retrouver de cavités arrondies intercalaires de ce genre, qu'on pût considérer comme des formations constantes et méritant un nom particulier. J. Müller fait observer que les descriptions de Miller et de Justesen sont d'ailleurs loin de concorder. Nous ne rencontrons pas davantage l'atrium dans le poumon humain. Nous constatons seulement (et c'est sans doute ce qu'a vu Miller, ce qui peut être plus marqué chez certaines espèces et en certains points) qu'au niveau de chaque nouvelle bifurcation successive le canal alvéolaire a une légère tendance à se renfler, disposition qu'exagèrent encore les injections trop poussées. Il semble donc bien qu'il n'y ait pas lieu d'admettre, dans la description du bouquet alvéolaire, la complication que voulait y introduire Miller. J. Müller accepte d'ailleurs pleinement la description de Schulze, en se basant sur des injections métalliques suivies de corrosion (cheval particulièrement) et sur des reconstitutions graphiques. Il étudie le bouquet alvéolaire sous le nom d'acinus pulmonaire ou lobule primaire.

D'après J. Müller, les cavités de l'hématose ne sont, pour la ramification, soumises à aucune loi précise, bien que d'ordinaire il y ait dichotomie ; ce ce qui influe surtout sur la ramification, c'est l'espace libre : la loi essentielle, c'est la tendance à la meilleure utilisation des espaces restants. Schulze, de son côté, voit le mode de ramification très variable chez les différentes espèces, et en un même poumon. En général, cette ramification est irrégulière, quoique le plus souvent dichotomique à branches plus ou moins inégales. Justesen avait insisté sur ce dernier point, et l'avait expliqué par l'embryogénie. Au cours du développement, chez le bœuf, il voit chaque rameau terminal se bifurquer à son extrémité, mais les branches de bifurcation se développent inégalement, l'une croissant plus rapidement et devenant la continuation du tronc principal, tandis que l'autre reste plus petite, est rejetée latéralement, et prend l'aspect d'une simple collatérale. C'est ce processus que Justesen nomme le rejet sympodique (*sympodische Verschiebung*). Sa description nous semble généralement justifiée ; mais la loi qu'il pose est trop stricte et les réflexions de J. Müller y apportent un tempérament nécessaire.

En ce qui concerne la structure des canaux alvéolaires et de leurs alvéoles, nous attirerons simplement l'attention sur les *pores* décrits par Hansemann de 1895 à 1900, et qui feraient communiquer les alvéoles voisins. Hansemann semble bien avoir exagéré chez l'homme le nombre, la largeur et l'importance de ces ouvertures ; aussi n'a-t-il pas tout d'abord obtenu grande créance. Mais on commence à y revenir quelque peu, tout en restant dans de plus justes limites. Schulze a trouvé de ces trous à bords lisses, arrondis, dans les septa alvéolaires de tous les poumons de Mammifères qu'il a étudiés. Ils sont particulièrement nombreux chez les Rongeurs et plus encore chez certains Insectivores (Hérisson, par exemple), où les septa alvéolaires en sont tellement criblés qu'ils constituent une sorte de dentelle. Chez la plupart des Mammifères, au contraire, ils restent petits, peu abondants, et bien des alvéoles en manquent. Chez l'homme, ils sont modérément fréquents et irrégulièrement épars. J. Müller les retrouve également, mais étroits, inconstants, et en petit nombre. Il fait remarquer qu'ils n'existent pas encore chez les très jeunes animaux (chat et chien de trois semaines, veau de quatre semaines) ; ce ne seraient donc pas des formations absolument normales, mais des sortes de perforations secondaires, de petites lésions déjà dues à des atrophies et résorptions partielles, par suite du fonctionnement du poumon, des alternatives répétées d'extension souvent forcée et de rétraction.

Nous ne quitterons pas le poumon sans attirer l'attention sur le très important travail d'Embryogénie et d'Anatomie comparées de Fanny Moser[1]. D'après les anciennes descriptions, d'après les travaux plus récents de Milani, on considérait avec Gegenbaur le poumon des Reptiles comme un simple sac se compliquant peu à peu, pour accroître les surfaces respiratoires, par une série de refends ou *septa* centripètes, souvent ramifiés à leur tour à l'extrémité. Les *septa* délimitaient de larges espaces ou chambres, les *septula* des espaces plus petits, niches ou alvéoles, puis cryptes. Il semblait qu'il y eût là quelque chose de tout à fait différent du poumon des Oiseaux et des Mammifères.

Les recherches de Fanny Moser mettent, au contraire, en lumière l'unité de plan dans toute la série des Vertébrés à respiration aérienne. Chez les Reptiles, chaque poumon est tout d'abord, comme chez les Vertébrés supérieurs, un simple sac bientôt tubuleux : c'est le *mesobronchus* ou *tronc bronchique* (*bronche souche*) de Æby. Sur ce tronc se forment, ici comme ailleurs, et par le même processus de bourgeonnement centrifuge et collatéral, des vésicules pulmonaires primaires. Mais ici la

[1] Justesen : *Arch. für mik. Anat.*, t. LVI, 1900, p. 606.
[2] Josef Müller : *Archiv für mik. Anat.*, t. LXIX, 1907, p. 1.

[1] Fanny Moser : *Archiv für mik. Anat.*, t. LX, 1902, p. 587.

lumière du tronc bronchique s'élargit considérablement chez les formes inférieures (Orvet, Lézard), pour constituer le large espace central du sac pulmonaire. Les vésicules pulmonaires primaires, homologues des bronches primaires[1], sont en très grand nombre, presque confluentes. Elles ne se ramifient pas, mais s'élargissent et s'approfondissent simplement pour former les niches, qui elles-mêmes se gaufrent souvent de diverticules secondaires ou cryptes, homologues aux alvéoles des Mammifères. Chez les formes supérieures (Tortues, Crocodiliens) les bourgeons se ramifient deux fois de suite et donnent ainsi des homologues des bronches secondaires. Mais tous ces rameaux, presque dès leur origine, sont comme insufflés, distendus, et perdent leurs caractères primitifs pour devenir de vastes espaces (chambres, niches) contigus et séparés par une paroi commune réduite à un simple *septum*; le plan de développement cesse d'être facilement reconnaissable. Il apparaît, au contraire, très nettement si l'on suit pas à pas l'évolution, et l'apparence de septa à poussée centripète n'est qu'une illusion engendrée par l'étude de l'adulte ou des embryons trop âgés. Le poumon se développe donc partout à la façon d'une glande. A mesure que se complique la ramification, au cours de la phylogénèse, la surface interne, d'abord exclusivement respiratoire, montre de plus en plus tendance à se diviser en portion respiratoire et en portion vectrice (comme dans les glandes en sécrétante et excrétrice). C'est ainsi que, chez les Tortues, le tronc bronchique et même les pédicules d'insertion des chambres (bronches primaires) ont déjà pris les caractères de canal étroit et bien calibré. Que le nombre des bourgeons primaires diminue, que leur ramification se développe au contraire, que la transformation canalaire s'étende plus loin, et nous arriverons facilement à l'arbre bronchique des Oiseaux et des Mammifères. Ici les dilatations terminales resteront peu marquées[2], nettement canalaires et ramifiées, bien que gaufrées d'alvéoles tout autour: ce seront les canaux alvéolaires. Ainsi cesse l'antagonisme qui semblait exister entre le développement ontogénétique du poumon chez les Vertébrés supérieurs et son développement phylogénétique[3] : l'unité du plan réapparaît partout, même chez les Amphibiens, auxquels Fanny Moser a également étendu ses recherches.

[1] Fanny Moser les appelle, en réalité, branches secondaires, ou branches de second ordre, parce qu'elle réserve le nom de branche de premier ordre au tronc bronchique lui-même, ce qui, à notre avis, peut être une source d'erreurs.

[2] A l'exception toutefois de celles qui, dans le cas particulier des Oiseaux, iront faire hernie au delà des poumons pour constituer les sacs aériens.

[3] Il est bien entendu aujourd'hui que le parallélisme entre l'ontogénèse et la phylogénèse ne saurait être aussi strict que le comprenait Hæckel: mais il en restera toujours quelque chose.

IV. — Appareil de la circulation et sang.

§ 1. — La projection des orifices du cœur sur la paroi thoracique. — Le péricarde.

Les rapports des orifices du cœur avec la paroi thoracique n'ont jamais été fixés avec une précision parfaite, les résultats obtenus par les différents auteurs ne concordant pas toujours. Pour établir d'une façon définitive ces rapports, le Professeur Debierre et ses élèves les Drs Looten, Beun, Tramblin et Lheureux[1] ont eu recours à une méthode nouvelle, en perfectionnant le procédé des aiguilles de Braune, en le combinant avec la fixation à l'acide chromique, et en le contrôlant par la radiographie.

Voici, en résumé, comment ils opèrent. Une injection d'acide chromique au 20e est poussée dans la trachée. Au bout de deux à trois jours, les organes du médiastin sont fixés et durcis sans que le moindre déplacement soit possible. On dépouille le thorax de sa peau et de ses muscles, à l'exception des intercostaux, et sur ses deux faces. On sectionne la colonne vertébrale au-dessous de la première dorsale. On sectionne latéralement les côtes au costotome, de la deuxième à la neuvième inclusivement. On peut bientôt enlever ainsi un volet dorsal; on va directement alors à la recherche du cœur sans rien déplacer, et on le fixe à l'aide de trois longues aiguilles sur une plaque de liège, placée au-dessous du sujet, sur la face antérieure du thorax. On détruit alors et successivement les différents organes thoraciques jusqu'au cœur et à l'origine des gros vaisseaux exclusivement. Attaquant alors, toujours par derrière, le cœur avec des ciseaux, on met à jour successivement les quatre orifices. Puis on transperce, à l'aide de huit longues tiges d'acier conduites bien perpendiculairement au liège sous-jacent, les deux extrémités de chacun d'eux.

En intercalant une feuille de papier entre le thorax et le liège, on obtient facilement le diagramme des rapports des orifices du cœur, que l'on complète ensuite en y portant la situation exacte des côtes et du sternum. On opère d'une façon analogue pour les rapports avec la paroi postérieure.

Pour la radiographie, on a employé de préférence des cadavres d'enfants, à cause de leur moindre épaisseur. On durcit préalablement par l'acide chromique, et on procède à la recherche du cœur comme précédemment, mais on fixe au niveau

[1] Ch. Debierre, Looten, Beun, Tramblin et Lheureux : *Journal de l'Anatomie et de la Physiol.*, t. XLIV, 1908, p. 1.

de l'insertion des valvules des rondelles de plomb dont on obtiendra la projection en noir sur le cliché. La voussure du diaphragme a été soigneusement conservée pour éviter tout déplacement.

Grâce à cette technique minutieuse, les auteurs ont obtenu des diagrammes très instructifs : ils en reproduisent treize. On y voit, certes, des variations individuelles, mais généralement assez peu considérables pour qu'on ait pu établir un schéma représentant la situation moyenne des orifices. Nous en reproduisons ici le décalque (fig. 1), plus éloquent qu'une longue description. Remarquons seulement que, des quatre orifices, trois sont en majeure partie à gauche du sternum; un seul, l'orifice auriculo-ventriculaire droit, est placé sous cet os. L'étendue des orifices pulmonaire, aortique, auriculo-ventriculaire gauche, auriculo-ventriculaire droit, est respectivement de 22 à 25, 22 à 25, 38 à 40, 40 à 42 millimètres.

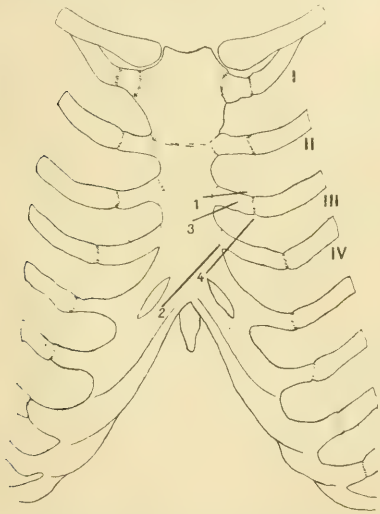


Fig. 1. — *Projection des orifices du cœur sur le plastron chondro-sternal* : 1, orifice de l'artère pulmonaire : 2, o. auriculo-ventriculaire droit; 3. o. de l'aorte; 4, o. auriculo-ventriculaire gauche. — I, II, III, IV, 1re, 2e, 3e et 4e côtes.

Signalons une seconde étude très soignée, due à MM. Debierre et Tramblin[1], sur les moyens de fixation et les ligaments du péricarde fibreux, et la réflexion du péricarde séreux autour de la base du cœur. La principale conclusion est « que la ligne de réflexion du péricarde à la base du cœur doit être étudiée isolément autour des deux pédicules artériel et veineux, où les auteurs trouvent deux lignes fermées de toutes parts, dont ils donnent des figures précises. Les parois antérieure et postérieure du diverticule dit sinus transverse sont formées par le feuillet viscéral, son bord supérieur par une mince bande de péricarde pariétal.

[1] Ch. Debierre et Tramblin : *Journ. de l'Anat. et de la Phys.*, t. XLIV, 1908, p. 174.

§ 2. — **Histotopographie des éléments contractiles et conjonctifs dans la paroi des artères.**

On a décrit généralement jusqu'ici la structure des artères d'une façon un peu rapide, c'est-à-dire en se bornant à quelques segments typiques, et en établissant ainsi pour ces organes une classification un peu trop simple et un peu trop schématique, alors que quelquefois la même artère peut se modifier du tout au tout dans le cours de son étendue. Reviser méthodiquement cette étude pour chacune des principales artères, non seulement chez l'homme, mais dans les différentes classes de Vertébrés (et même chez quelques Mollusques), était une tâche longue et ingrate, mais pourtant nécessaire, devant laquelle n'a pas reculé Argaud[1]. Son mémoire est un vaste recueil de faits, qu'on ne peut résumer, mais qui sera très utile à consulter. De ses conclusions, copieuses encore, nous ne retiendrons que les suivantes :

Chez les Mollusques, chez les Cyclostomes, chez l'embryon des Mammifères, on ne trouve pas de substance élastique vraie ayant les propriétés de coloration élective que nous connaissons, mais une substance qui possède pourtant les mêmes caractères physiques.

Dans l'aorte de l'homme, la couche striée de l'*intima* résulte de la fissuration, vers la fin de la vie intra-utérine, de la limitante interne épaissie. Lame striée et limitante devraient donc être comprises dans la *media*.

Le passage du type élastique au type musculaire a lieu d'une façon ménagée pour les grosses artères des membres, et d'une façon très brusque pour les artères viscérales. La chose est déjà nette chez les Mammifères, mais absolument typique chez la vipère : au point d'émergence d'une collatérale viscérale sur l'aorte, les lames élastiques de la *media* cessent brusquement autour de l'origine de la collatérale.

De ces constatations résulte qu'il faut, d'après l'auteur, intercaler deux types nouveaux (formes de transition) entre l'élastique et le musculaire : le *type hybride*, correspondant aux segments sur lesquels on peut trouver, sur la même coupe, la transition brusque dont nous venons de parler; le *type mixte*, correspondant, au contraire, aux

[1] Argaud : *Journal de l'Anat. et de la Phys.*, t. XLIV, 1908, p. 328.

segments dans lesquels se fait une transition si progressive et si ménagée qu'il est à peu près impossible de rapporter ces segments à l'un ou l'autre des deux types extrêmes (exemple : la région moyenne des artères des membres [1]).

D'une façon générale, « c'est la richesse en éléments élastiques qui indique le degré de complexité structurale d'une artère. Cette richesse est en rapport direct avec la pression artérielle ».

§ 3. — La forme des globules rouges.

Nous avons exposé ici même, il y a quatre ans, comment certains auteurs, Weidenreich et Retterer notamment, attaquant les données classiques, attribuaient aux globules rouges une *forme en cloche*, normale pour le premier, très fréquente pour le second. Pour trancher définitivement ce point, nous faisions appel à de nouvelles recherches *sur le vivant*, et dans des conditions telles qu'on fût à l'abri de toute cause d'erreur.

Ces recherches viennent d'être entreprises par Jolly [2] sur l'aile mince et transparente de trois espèces de chauves-souris, à l'aide d'une technique irréprochable. Elles ne laissent plus aucune espèce de doute : la *forme d'équilibre* est la forme discoïde classique, avec légère dépression sur les deux faces. On aperçoit bien de temps en temps, en observant la circulation dans les capillaires, quelques hématies cupuliformes, mais elles sont si rares qu'elles ne peuvent correspondre qu'à une très légère altération temporaire : la grande majorité des hématies vues de champ ont bien la forme classique; dans les piles, les lignes de séparation sont transversales, et les globules terminaux sont légèrement excavés d'un côté comme de l'autre.

Ces observations mettent encore hors de doute un autre fait, déjà signalé par Weber et Suchard dès 1880, c'est que, dans les capillaires, les globules cheminent souvent agglutinés en une assez longue pile, qui va serpentant aux courbes, se brisant aux éperons, pour bientôt se reconstituer. Dans les veinules, les piles persistent, mais en plus courts tronçons, bientôt allongés si la circulation se ralentit : souvent on y trouve toutes ou presque toutes les hématies ainsi disposées, en trois ou quatre séries de piles avançant de front. Cette disposition est moins marquée chez d'autres espèces. Le travail de Jolly est accompagné de dessins des plus démonstratifs.

[1] Notons encore les variations structurales correspondant à des variations fonctionnelles, dans l'utérine par exemple pendant la gestation et après), et dans l'ombilicale, vaisseaux qui répondent à un 5e type : *type aberrant*.

[2] Jolly : *Arch. d'Anat. microsc.*, t. XI, 1909, p. 94.

V. — Système nerveux et organes des sens.

§ 1. — Les annexes de l'œil.

Le Professeur Charpy et son élève le Dr Clermont [1] sont en train d'écrire tout un ensemble de petites monographies sur les annexes de l'œil et la région orbitaire. La principale est une description très complète de la *capsule* ou *membrane de Tenon*, à laquelle Charpy refuse le nom d'*aponévrose oculaire* que lui donnent plusieurs auteurs classiques. Elle ne possède aucunement, en effet, la trame tendiniforme serrée et régulière d'une aponévrose ; elle est de texture beaucoup plus irrégulière, souple, extensible, très riche en fibres élastiques. Contrairement à ce qu'a dit Schwalbe, elle serait nettement fermée en arrière et séparée de l'espace supravaginal du nerf optique. Une injection ne peut y pénétrer, venant de ce dernier, qu'à la longue ou après effraction. En avant, elle se prolonge jusqu'à la cornée, avec la cavité qu'elle limite, et reste bien distincte de la conjonctive et de la couche ou espace sous-conjonctival : de ce côté aussi, les injections non forcées s'arrêtent nettement. La cavité contenue entre les deux feuillets de la capsule, ou cavité de Tenon (espace tenonien), est continue ; elle n'est ni divisée en compartiments ni irrégulière. Elle est occupée par un tissu conjonctif trabéculaire assez humide (surtout en arrière), unissant les deux lamelles extrêmes : l'ensemble constitue le tissu tenonien ou *épisclère*. Contrairement à plusieurs auteurs, Charpy étend donc ce dernier nom à toute la capsule et non seulement à la région péricornéenne ; il y a, en effet, continuité parfaite. Les deux lamelles extrêmes constituent le feuillet capsulaire et le feuillet sclérotical de cette « fausse séreuse », qui est, en réalité, un « espace conjonctif..., une gaine viscérale faisant fonction de cavité articulaire ».

Dans une deuxième monographie, Charpy donne le nom de *coussinet adipeux du sourcil* à la couche cellulo-graisseuse « constante » qui sert de base à cet organe, et qui repose en arrière sur l'os frontal et sur le septum orbitaire. Il montre que sa présence est liée aux mouvements du sourcil, qu'il facilite par sa mollesse et son élasticité, et à ceux de la paupière supérieure, en même temps qu'il matelasse le bord coupant de l'orbite.

Enfin, dans un troisième article, Clermont tranche la question de *l'insertion du muscle releveur de la paupière supérieure*. Elle est double, cutanée et

[1] Charpy : Capsule de Tenon. *Bibliogr. anat.*, 1909, t. XVIII, p. 315. — Le coussinet adipeux du sourcil. *Bibliog. anat.*, 1909, t. XIX, p. 47. — *C. R. Assoc. Anat.*, 1908, p. 79. — Clermont : Muscle releveur de la paupière... *C. R. de l'Ass. des Anat.*, 1909, p. 264.

tarsale. La première est la principale, et occupe une hauteur de dix millimètres environ depuis le bord libre; la seconde se fait seulement à la moitié ou au tiers inférieur de la face antérieure du tarse. Le septum orbitaire se continue donc sur la partie antérieure du releveur, et peut être suivi jusqu'à la peau. Il en résulte que le tissu lâche de la paupière est divisible en deux petits espaces, séparément injectables : un *espace préseptal* et un *espace prétarsal*.

§ 2. — Les fibres de la zonule de Zinn ; l'épithélium ciliaire.

Puisque nous parlons de l'œil, mentionnons plusieurs notes intéressantes de Mawas[1]. D'après les recherches de cet auteur, les fibres de la zonule de Zinn ne sont ni des fibres élastiques, ni des fibres conjonctives, ni des fibres de soutien en rapport avec des cellules de Muller. Ce ne sont pas, d'autre part, de simples prolongements protoplasmiques des cellules de l'épithélium ciliaire. Elles ont bien leur origine dans cet épithélium, mais elles en représentent des formations cuticulaires « exoplastiques » tout à fait spéciales, produits de transformation ou d'élaboration du protoplasme de ses éléments.

D'autre part, Mawas montre dans le protoplasme des cellules de la rétine ciliaire (au niveau du corps ciliaire) l'existence de nombreux grains mitochondriaux imprégnés de substance lipoïde[2]. De la présence de ces grains, si abondants dans toutes les glandes, et des lésions de l'épithélium dans certaines affections, l'auteur tire un argument de plus en faveur de la théorie de la sécrétion de l'humeur aqueuse par la rétine ciliaire.

§ 3. — Nature des appareils récepteurs terminaux des cellules sensorielles, et des membranes limitantes des neuro-épithéliums.

Le Professeur Van der Stricht et ses deux élèves, les Drs Nestor Van der Stricht et Georges Leboucq[2], viennent, au cours de ces deux dernières années, de consacrer cinq mémoires illustrés de nombreux dessins, et surtout de nombreuses photographies, à l'étude de l'histogénèse des différents épithéliums sensoriels, ou, plus exactement, de trois d'entre eux, l'acoustique, le visuel et l'olfactif. Non seulement ils ont pu expliquer de cette façon maints détails de structure, mais ils ont surtout réussi à dégager de cette étude deux lois générales, touchant d'une part l'origine centrosomique évidente des appareils récepteurs terminaux des cellules sensorielles, et d'autre part l'origine des membranes limitantes aux dépens des bandelettes obturantes.

Pour en rendre compte de façon succincte, commençons (bien que les deux mémoires qui l'étudient soient les derniers en date) par le neuro-épithélium olfactif, qui est le plus simple de tous.

Chez la chauve-souris (*Vespertilio*), prise comme type, et au stade de début de la *fossette olfactive*, comme nous le montre O. Van der Stricht, l'épithélium de cette région est constitué de cellules prismatiques encore indifférentes et toutes plus ou moins semblables. Si l'on examine cet épithélium à plat ou en coupe tangentielle, on voit l'ensemble des sommets cellulaires constituer une sorte de mosaïque assez régulière, et formée de petits polygones sensiblement égaux. Après coloration à l'hématoxyline au fer, les limites de ces derniers se détachent vivement en noir, grâce à la présence de ces cadres de substance cimentante spéciale entourant en général, comme on le sait, les sommets de toute cellule épithéliale, et connus sous le nom de *bandelettes obturantes* (*Schlussleisten*). Au centre de chaque polygone, se trouve un *diplosome* ou double corpuscule central de Van Beneden (centrosome, ou plus exactement sans doute centriole), à axe généralement perpendiculaire à la surface.

Bientôt commence la différenciation des éléments en cellules de soutènement ou de soutien, et cellules sensorielles olfactives. Dans la mosaïque superficielle, on voit un grand nombre des champs polygonaux s'élargir notablement pour devenir *champs de soutènement* (c'est-à-dire sommet de cellules de soutènement); ils conservent tel quel leur diplosome souvent devenu excentrique. Un plus grand nombre encore des champs primitifs, à peu près régulièrement répartis entre les autres, diminuent, au contraire, d'étendue et s'arrondissent pour devenir *champs sensoriels* ou *olfactifs* (sommets des cellules olfactives).

A la surface de chaque champ olfactif, le cytoplasme de la cellule sensorielle se soulève peu à peu pour former une *éminence* ou *vésicule claire*, très proéminente, renfermant les deux corpuscules centraux. Ceux-ci se multiplient, par dédoublement sans doute. Des nombreux corpuscules ainsi produits, les uns (1 ou 2) persistent à la base de la vésicule (corpuscules centraux proximaux), les autres (1 ou 2) se placent en son centre (corpuscules distaux); les autres, enfin, plus nombreux, gagnent sa périphérie, et chacun d'eux engendre un *cil olfactif*, au point d'implantation duquel il persiste sous forme de grain basal. Ainsi, l'appareil terminal

[1] Mawas : *C. R. de l'Assoc. des Anat.*, 1908, p. 73, et 1909, p. 282. — *C. R. Acad. des Sciences*, 14 décembre 1908.

[2] Omer Van der Stricht : *Mémoires de l'Acad. roy. de Méd. de Belgique*, mars 1909, et *C. R. de l'Assoc. des Anat.*, Nancy, 1909. — Nestor Van der Stricht : *Archives de Biologie*, t. XXIII, 1908, p 541. — Georges Leboucq : *Archives d'Anatomie microsc.*, t. X, 1908-1909, p. 555, et *Annales de la Soc. de Méd. de Gand*, t. V, p. 89, 1909.

olfactif récepteur se trouve constitué par une vésicule ciliée, en grande partie d'origine centrosomique, et persiste tel chez l'adulte. La vésicule ou éminence claire est, en effet, l'homologue du bâtonnet terminal de Ranvier.

Quant à la membrane limitante externe, elle est uniquement constituée par l'ensemble des bandelettes obturantes. C'est, par conséquent, une membrane fenêtrée, que perforent les bâtonnets olfactifs. Pourtant les bandelettes s'épaississent, et le ciment qui les constitue vient peu à peu s'étaler sous forme de voile très mince, réticulé, à la surface des champs de soutènement. Ici, en outre, les cellules de soutènement sécrètent après la naissance un produit liquide qui vient s'épandre à la face superficielle de la limitante, où il gagne peu à peu en consistance pour constituer un plateau olfactif,

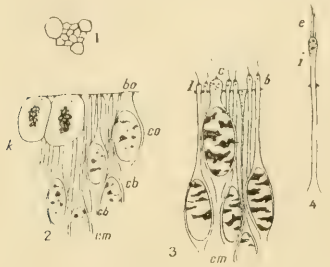


Fig. 2. — *Développement des cônes et des bâtonnets.* Demi-schéma, d'après G. Leboucq, modifié. — 1, mosaïque superficielle vue de face : les grands polygones correspondent aux futures cellules de cônes, les petits aux futures cellules de bâtonnets et aux cellules de soutènement; l'un des grains cache l'autre. Le plus large champ correspond à une cellule en division, où le diplosome a émigré dans la profondeur. — 2, premier stade vu en coupe transversale, avant le développement des cônes et bâtonnets : *k*, deux cellules provenant d'une caryocinèse récente; *cm*, cellule de Muller; *cb*, *cb*, cellules de bâtonnet; *co*, cellule de cône; *bo*, gros point correspondant à la coupe transversale d'une des bandelettes obturantes (cadres) vues de face en 1; diplosomes représentés par les deux grains présents au sommet de chaque cellule. — 3, deuxième stade : première ébauche des cônes *c* et bâtonnets *b*, faisant hernie au-dessus de la limitante *l*, en entraînant les diplosomes : seuls les sommets des cellules de Muller *cm* restent en place. — 4, bâtonnet plus développé : *e*, segment externe; *i*, segment interne.

épais, amorphe, sorte de cuticule qui entoure et soutient les si délicates vésicules olfactives.

Si nous passons, avec G. Leboucq, à la *rétine embryonnaire*, nous y trouvons des phénomènes très analogues. Ici également, nous voyons au début des cellules indifférentes, dont les sommets forment, au niveau de la surface externe du feuillet interne de la cupule optique, une mosaïque de polygones réguliers, contenant chacun un diplosome, et limités par des bandelettes obturantes. L'ensemble de ces bandelettes constitue l'ébauche de la limitante externe. Les cellules superficielles se multiplient activement par caryocinèse, et les noyaux nouveaux sont refoulés dans la profondeur à mesure que s'épaissit la rétine ; mais les cellules s'étirent de façon à rester toutes insérées par leur sommet (contenant leur diplosome) sur la limitante externe rudimentaire (fig. 2).

Les premiers éléments différenciés sont les éléments de soutien ou *cellules de Muller* (fibres de Muller). On les reconnaît bientôt à leur sommet d'implantation légèrement élargi en forme de cône, et qui ne cessera, jusque chez l'adulte, de contenir le diplosome.

C'est après la naissance seulement (chez les Mammifères naissant les yeux fermés) que se développent les cônes et les bâtonnets. Dans la mosaïque superficielle, certains champs s'élargissent d'abord considérablement : ce sont les sommets des cellules de cône. Ceux des cellules à bâtonnets restent, au contraire, aussi petits et même plus petits que les champs de soutènement. Puis, on voit le sommet de chacune des futures cellules visuelles faire hernie à travers la limitante réticulée, et s'élever en une éminence de plus en plus accentuée. Les plus nombreuses et les plus étroites de ces éminences, surmontant les cellules à corps minces et étirés, sont les rudiments des bâtonnets; les moins nombreuses et les plus larges, correspondant aux larges sommets des cellules à noyaux voisins de la limitante, sont les ébauches des cônes. La hernie protoplasmique a entraîné avec elle le diplosome, bientôt entouré d'une zone claire (centrosome?) et d'une couche protoplasmique foncée chargée de mitochondries. Dans les bâtonnets, le diplosome conserve son axe perpendiculaire à la limitante, et du grain distal naît (à la façon de la queue du spermatozoïde) un filament très délicat, une sorte de long cil. Dans le cône, un filament analogue se détache d'un troisième grain formé aux dépens du diplosome primitif, qui reste couché en travers. Cônes et bâtonnets sont ainsi, en majeure partie, d'origine centrosomique. Autour du filament apparaît secondairement une sorte de gaine amorphe, d'origine encore indécise : le filament, sa gaine et son corpuscule basal constitueront le segment externe, la partie élargie qui les supporte le segment interne des cônes et des bâtonnets. Il s'y développe un *appareil fibrillaire* (neuro-fibrilles) qui semble assurer les transmissions entre le segment externe et le protoplasme périnucléaire.

Comme dans le neuro-épithélium olfactif, les bandelettes obturantes s'épaississent peu à peu au cours du développement, et, en s'étalant, viennent recouvrir presque complètement les champs de soutènement, pour constituer une limitante externe fenêtrée et tout à fait distincte par ses réactions de la substance des fibres de Muller, à laquelle elle est

étroitement accolée. C'est d'elle que se détachent les minces prolongements ascendants ou corbeilles filamenteuses (*Faserkörber*) qui vont soutenir et séparer les segments internes de cônes et bâtonnets.

Dans l'oreille, les dispositions sont naturellement un peu plus compliquées, et nous ne pouvons ici les suivre en détail. Disons seulement que, au niveau des taches et crêtes acoustiques, Nestor Van der Stricht trouve le même épithélium indifférent, la même mosaïque délimitée par le même système de bandelettes obturantes. Même différenciation en champs de soutènement, qui gardent leur diplosome, et champs sensoriels. Au niveau de ceux-ci, plus larges et correspondant chacun à une cellule auditive, les corpuscules centraux se multiplient, mais ils seraient ici sans relation génétique avec la soie acoustique qui s'y développe[1]. La membrane réticulée superficielle prend naissance aux dépens des bandelettes graduellement épaissies, de façon à recouvrir presque complètement les champs de soutènement. La différenciation se fait de même au niveau de l'organe de Corti, pour aboutir aux dispositions plus compliquées et plus régulières que l'on connaît.

Ainsi donc, comme le fait remarquer O. Van der Stricht, voici trois neuro-épithéliums sensoriels où cette formation un peu énigmatique qu'on appelait membrane limitante, réticulée, ou fenêtrée, a une origine identique aux dépens des bandelettes obturantes, auxquelles personne n'avait d'abord pensé à la rapporter. Voici, d'autre part, une constatation très importante au point de vue de la polarité des neurones. On a eu, en effet, maintes fois déjà, l'occasion de constater que de nombreuses cellules nerveuses conservent plus ou moins longtemps chez l'embryon, et quelquefois jusque chez l'adulte, leur centrosome à la base du prolongement cellulipète, où il semble présider à la réception du courant nerveux. Dans les neurones sensoriels, nous voyons que cette polarité persiste très nettement chez l'adulte. Non seulement le centrosome reste à la base du prolongement périphérique, mais, dans deux d'entre ces épithéliums au moins (l'olfactif et le visuel), il engendre à son extrémité superficielle un véritable petit appareil récepteur de l'excitation. Dans ces éléments, hautement spécialisés et incapables désormais de se multiplier, le centrosome a perdu sa fonction régulatrice de la division, pour engendrer un appareil terminal particulier.

E. Laguesse,
Professeur d'Histologie
à la Faculté de Médecine de Lille.

[1] Les relations de voisinage sont pourtant si intimes que nous conserverons quelques doutes à ce sujet.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Adhémar (R. d'). — **L'Equation de Fredholm et les problèmes de Dirichlet et de Neumann.** — 1 *brochure in-8° de* 71 *pages.* (*Prix* : 3 *fr.* 50.) *Hermann, éditeur. Paris*, 1909.

M. d'Adhémar a ressenti, avec tous ceux qui méritent aujourd'hui le nom de géomètres, l'intérêt de la méthode découverte par M. Fredholm et la nécessité de faire pénétrer dans l'enseignement, dès maintenant, cette solution si simple apportée à des questions difficiles et importantes. Il lui avait déjà fait une place dans un volume d'exercices précédemment publié, mais il a voulu, cette fois, lui consacrer une exposition systématique.

Félicitons-le de l'avoir faite simple et élémentaire, en réduisant la théorie à ce qu'elle a de tout à fait essentiel, et aussi de n'avoir pas séparé cette théorie des questions qui lui ont donné naissance. L'ouvrage débute par une étude des potentiels, avec un résumé de toutes leurs propriétés classiques, démonstrations comprises, sans cependant que l'auteur se préoccupe d'obtenir celles-ci avec le minimum d'hypothèses, ce qui l'aurait sans doute entraîné à des complications. Puis, immédiatement après l'exposé de la méthode de Fredholm proprement dite, celle-ci est appliquée aux problèmes classiques de Dirichlet et de Neumann. C'est seulement ensuite que sont abordés les travaux de Hilbert, Ehr. Schmidt, etc., ou, du moins, les parties de ces travaux auxquelles se borne M. d'Adhémar, c'est-à-dire les plus élémentaires.

Une exposition ainsi conçue est bien faite pour donner, même en ces quelques pages, une idée claire et déjà assez complète de la méthode et de sa portée. Peut-être arrivera-t-il que le lecteur soit arrêté dans le détail par certains passages, que le souci de la brièveté aura rendus un peu sybillins. Cela ne saurait empêcher l'ouvrage de rendre de sérieux services à ceux qui s'intéressent aux progrès de la Physique mathématique.

JACQUES HADAMARD,
Professeur au Collège de France.

Fargue (L.), *Inspecteur général des Ponts et Chaussées en retraite.* — **La forme du lit des rivières à fond mobile.** — 1 *vol. in-8° de* 187 *pages, avec* 35 *figures et* 15 *planches.* (*Prix*: 9 *fr.*) *Gauthier-Villars, éditeur. Paris*, 1909.

De toutes les branches de la science des constructions, l'hydraulique était, il y a un demi-siècle, la moins avancée. Les progrès qu'elle a réalisés depuis lors sont dus en grande partie à M. Fargue, qui a su le premier déterminer certaines lois du régime des rivières à fond mobile.

Dès 1868, M. Fargue publiait, dans les *Annales des Ponts et Chaussées*, une *Étude sur la corrélation entre la configuration du lit et la profondeur d'eau dans les rivières à fond mobile*, où, d'après les faits constatés sur la Garonne, il établissait quelques principes fondamentaux, notamment la loi de la mouille, la loi de l'écart et la loi de continuité :

1° La mouille correspond au sommet des courbes concaves, elle est d'autant plus profonde que la courbure au sommet est plus grande; le maigre correspond au point d'inflexion : le minimum de la courbure et le minimum de la profondeur sont deux faits corrélatifs.

2° Les maigres sont reportés à une certaine distance en aval des extrémités des courbes : cette distance ou écart est variable, elle est en moyenne le cinquième de la longueur de la courbe. La mouille, comme le maigre, présente un écart; la moyenne est à peu près la même.

3° La profondeur diminue brusquement à tous les changements brusques de la courbure. Le profil en long du thalweg ne présente de régularité qu'autant que la courbe varie d'une manière graduelle.

Cette première étude, où le jeune ingénieur avait démontré et précisé l'influence de la courbure sur le creusement des profondeurs d'eau, était suivie en 1882 d'un autre Mémoire, non moins important, sur la largeur du lit moyen de la Garonne, puis, en 1884, d'une Note sur le tracé des rives de la Garonne (*Annales des Ponts et Chaussées*, octobre 1882, avril 1884).

En 1892, à l'occasion du Ve Congrès international de navigation intérieure, M. Fargue publiait une *Note sur les conditions d'établissement des tracés rationnels des rives artificielles d'une rivière navigable à fond mobile* et rendait compte d'expériences faites en petit, à Bordeaux, pour vérifier les lois formulées en 1868.

En 1900, consulté sur la corrélation entre la configuration du lit et la profondeur du chenal dans l'Escaut maritime, M. Fargue faisait ressortir que, malgré l'amplitude de la marée, les faits observés sur l'Escaut, aux abords d'Anvers, étaient analogues à ceux qui avaient été constatés sur des rivières à un seul courant (*Annales des Ponts et Chaussées*, 1er trimestre, 1900).

Poursuivant encore ses recherches commencées depuis quarante ans et passant de l'observation à la théorie, M. Fargue retrouvait par le raisonnement les lois empiriques de l'hydraulique fluviale; il démontrait qu'elles sont pleinement confirmées par les principes généraux de l'Hydrodynamique, et il les traduisait en langage algébrique (*Vérification théorique des lois empiriques relatives à la forme du lit des rivières navigables à fond mobile*, *Annales des Ponts et Chaussées*, 2e trimestre, 1903. — *Les équations des lois empiriques de l'hydraulique fluviale*, *Ibid.*, 3e volume, 1907).

Dans le volume qu'il vient de publier sur la forme du lit des rivières à fond mobile, l'éminent inspecteur général des Ponts et Chaussées ne s'est pas borné à réunir ses études antérieures sur ce sujet : il s'est imposé la tâche de les revoir, de les remanier en partie et d'en coordonner les principaux résultats.

Depuis longtemps déjà, la plupart des principes établis par M. Fargue ont été généralement admis à l'étranger comme en France, et les règles qu'il a posées pour le tracé des rives artificielles sont entrées dans la pratique courante pour la correction des rivières à fond mobile. Le savant ouvrage qui vient de prendre place dans l'*Encyclopédie des Travaux publics* précise la démonstration de cet ensemble de théorèmes d'hydraulique fluviale.

Un des passages les plus intéressants est celui où M. Fargue montre la portée générale de la loi de l'écart. « La loi de l'écart, dit-il (page 96), n'est pas spéciale au chenal d'une rivière navigable. Elle se manifeste en cosmographie et en électricité. Les maxima et les minima, quotidiens et annuels, de la chaleur solaire se font sentir après midi et après minuit, après les solstices d'été et d'hiver. Les maxima et les minima des marées suivent de trente-six heures les syzygies et les quadratures. Enfin le retard, ou, comme disent les électriciens, le *décalage* de l'intensité des courants alternatifs par rapport à la force électromotrice qui les produit, se rattache à la même loi générale. Cette loi doit se retrouver dans tous les phénomènes naturels où les forces en jeu ont une résultante dont l'intensité est périodique, c'est-à-dire varie périodiquement autour

d'une certaine moyenne. » Cet aperçu, d'ailleurs, était déjà sommairement indiqué dans le Mémoire de 1882 : « Quand une force agit sur la matière, il y a toujours, à cause de l'inertie, un intervalle de temps entre l'action et l'effet. »

É. Aubouin,
Professeur à l'Université de Poitiers.

2° Sciences physiques

Salet (P.), *Astronome à l'Observatoire de Paris.* — **Spectroscopie astronomique.** — 1 *vol. in-12 avec 44 figures dans le texte, et une planche hors texte, de 431 pages de texte et tables.* [Encyclopédie scientifique, publiée sous la direction du Dr Toulouse.] (*Prix : 5 fr.*) *Octave Doin et fils, éditeurs. Paris*, 1909.

Voici un traité qui, sous une forme élémentaire, contribuera à remplir un vide dans l'enseignement scientifique. Il nous manquait un livre spécialement consacré à l'étude qualitative ou à l'analyse des différentes espèces d'énergie rayonnante qui nous viennent des astres, et à la description des instruments destinés à ces recherches.

L'auteur, déjà connu par d'intéressants travaux sur la couronne solaire, sur les vitesses radiales, et sur la lumière polarisée des planètes, est le fils du regretté Georges Salet, dont les remarquables recherches sur les spectres des métalloïdes dans les tubes à gaines qui portent son nom, ont marqué un grand progrès de la Spectroscopie, et dont le beau Traité de Spectroscopie est malheureusement resté inachevé.

La *Spectroscopie Astronomique* de M. P. Salet est une excellente préparation à l'étude de l'Astronomie physique et à la lecture des mémoires ou des recueils relatifs à cette science. Malheureusement, limité dans son exposé par les dimensions fixées à l'avance à son ouvrage par le cadre de la Bibliothèque à laquelle il appartient, M. P. Salet a dû résumer sommairement les notions générales d'Analyse spectrale proprement dite, la production des différentes sortes de spectres, et aussi les théories cosmogoniques récentes, telles que l'évolution inorganique et l'hypothèse météoritique de Lockyer. Les parties correspondant plus spécialement au but que s'est proposé l'auteur ont été traitées avec plus d'étendue : signalons notamment un utile exposé des questions relatives au réglage des spectroscopes astronomiques, puis une description, donnée pour la première fois dans un ouvrage français, des spectrohéliographes, si importants pour l'étude de la constitution du Soleil et qui ont donné des résultats si intéressants entre les mains exercées de ceux qui les ont conçus et réalisés indépendamment : M. H. Deslandres et M. G.-E. Hale. La construction et l'emploi du prisme objectif, qui rend de si grands services en Spectroscopie stellaire, traitée avec un certain développement, termine le chapitre III. La question des étalons de longueurs d'onde est un des principaux sujets du chapitre IV. Le chapitre V, consacré aux conditions qui modifient l'aspect des spectres, donne les résultats tout récents de MM. Fabry et Buisson sur la pression de la couche renversante et aussi la découverte par Hale du phénomène de Zeeman dans les taches solaires; un court passage résume les hypothèses de Julius sur l'action de la dispersion anomale dans l'apparence que nous offrent les phénomènes solaires.

L'auteur donne ensuite une théorie mathématique du principe de Doppler-Fizeau, qui permet d'y comprendre tous les cas de déplacement et notamment l'influence de la variation de l'indice de réfraction du milieu traversé; notons, en passant, que nous n'avions vu jusqu'ici la théorie du principe de Doppler dans aucun ouvrage français : les applications de ce principe font l'objet du chapitre suivant, où l'on trouve des tables de corrections pour les observations de vitesses radiales calculées pour la latitude de Paris et avec la valeur de la parallaxe solaire admise aujourd'hui; l'auteur expose ensuite ses travaux sur l'emploi des vitesses radiales dans la détermination des orbites d'étoiles doubles.

Tout ce qui touche au spectre du Soleil, de la chromosphère, de la couronne, les nouvelles recherches sur celui des taches, est sommairement résumé dans les chapitres VII et VIII. On y trouvera une courte étude des cas où la Loi de Kirchoff n'est pas applicable. Pour la couronne, M. P. Salet nous donne des reproductions des photographies de spectres obtenus par lui en 1905. Toute la partie relative à la spectropolarisation de la couronne est nouvelle, comme aussi la théorie de Wood qui en donne une explication. Dans le chapitre VIII, consacré aux spectres des planètes, on verra les derniers résultats obtenus pour Mercure, qui semble dépourvu d'atmosphère nuageuse, et pour Mars, où Lowell confirme la présence de la vapeur d'eau par le renforcement du groupe *a*. L'étude des spectres si intéressants, et encore mal connus, des comètes fait l'objet du chapitre suivant, où l'on trouvera un excellent résumé des travaux de laboratoire faits pour obtenir avec les composés du carbone un spectre aussi semblable que possible à celui des comètes; les derniers résultats récemment obtenus avec la comète Morehouse complètent bien la mise au point de cette question.

La dernière partie de l'ouvrage est consacrée aux spectres stellaires. L'auteur étudie les différents types spectraux, dans l'ordre de la classification de Vogel, puis il expose les nouvelles classifications de Harvard, trop brièvement à notre avis, à cause de l'importance des études de spectroscopie stellaire dont cet observatoire a été la source; ces classifications, faites sous la direction de Pickering par Miss Maury et Miss Cannon, sont, en effet, celles qui portent sur le plus grand nombre d'étoiles, dans les deux hémisphères. M. P. Salet, observant l'emploi fréquent des dénominations : étoiles à hélium, à hydrogène, etc., propose ce qu'il appelle une classification naturelle, où chaque grand groupe serait désigné par le symbole chimique de l'élément prédominant (He, H, C). Des chiffres serviraient, comme dans les classifications de Harvard, à désigner les types intermédiaires. Ainsi que tout le reste du livre, la fin nous apporte les dernières données et les conceptions les plus récentes, sur les étoiles variables et sur les nébuleuses.

Cet ouvrage comble certainement une lacune, même pour l'étranger, car l'édition anglaise du Traité de Scheiner date de 1894, et elle est épuisée. Par ses nombreuses références bibliographiques très heureusement choisies, par ses Tables de correction, par la mise à jour de toutes les questions, par sa clarté d'exposition, le livre de M. P. Salet sera utile aux astronomes et à tous ceux qui s'occupent de Physique céleste; il intéressera aussi ceux qu'attirent les questions d'évolution des mondes et de Cosmogonie.

A. de Gramont,
Docteur ès sciences.

Chaplet (A.), *Ancien Directeur d'usine*, et **Rousset** (H.), *Ingénieur-Chimiste.* — **Le Mercerisage et les machines à merceriser.** — 1 *vol. de 156 pages de l'Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire.* (*Prix : 2 fr. 50.*) *Gauthier-Villars, éditeur. Paris*, 1909.

Comme les auteurs le font remarquer très judicieusement dans une courte, mais substantielle préface, les procédés de mercerisage et de fabrication des soies artificielles sont en étroite relation. Le principe des deux industries est le même : transformer les fibres naturelles en fils plus transparents, de forme plus régulière et d'aspect brillant. Dans le cas des soies artificielles, la fibre naturelle est, au préalable, détruite par dissolution : on crée un fil nouveau, doué de propriétés nouvelles, qui le rapprochent de la soie naturelle. Le mercerisage, au contraire, agit directement sur les fils, qui proviennent de l'ensemble des opérations mécaniques de la filature, appliquées à la fibre du coton, ou sur les tissus fabriqués au moyen de ces fils.

Le traitement des fils de coton par la soude caustique, et les modifications qui en résultent, ont été découverts, en 1850, par le chimiste anglais J. Mercer. La fibre du coton se contracte, devient plus résistante à la rupture, acquiert une affinité plus grande pour les matières colorantes et en même temps un certain brillant. Si le mercerisage est pratiqué *sous tension*, de manière que le fil ne subisse pas de retrait et s'allonge même, le brillant acquis par la fibre s'approche de celui de la soie naturelle. Cette remarquable propriété a été découverte, en 1896, par MM. Thomas et Prévost et a donné un essor prodigieux à l'emploi du mercerisage, qui, pendant près de cinquante ans, avait été en quelque sorte abandonné. On lira avec intérêt l'historique du mercerisage, très nettement et très impartialement exposé par MM. Chaplet et Rousset.

Les effets du mercerisage varient avec la nature et la qualité du coton, la concentration et la température de la soude, le degré de tension des fils et des tissus, etc. La question mécanique, relative à ce dernier point, est des plus importantes, ainsi que celle de la récupération de la soude : les auteurs les ont traitées à fond.

Le blanchiment et la teinture des cotons mercerisés sont décrits dans un chapitre spécial. L'application du mercerisage aux tissus mixtes, dont un élément, la laine, par exemple, ne subit pas de retrait, donne lieu à des effets de crépage, de gaufrage, etc. Nous signalerons enfin les détails d'installation, avec devis, d'une usine de mercerisage, qui complètent d'une très heureuse façon le petit, mais très intéressant ouvrage, dont s'est enrichie l'Encyclopédie des Aide-Mémoire.

M. Prud'homme.

3° Sciences naturelles

Vacher (Antoine), *Docteur ès Lettres, Chargé d'un Cours de Géographie à l'Université de Rennes.* — **Le Berry (Contribution à l'étude géographique d'une région française).** — 1 *vol. in*-8° *de* 548 *pages, avec photographies, cartes, figures et profils.* (*Prix* : 15 *fr.*) *Librairie Armand Colin, éditeur. Paris,* 1909.

Ce savant et compact volume sur le Berry, présenté à la Faculté des Lettres de Paris comme thèse de doctorat, est une étude où il n'y a guère place que pour la géographie physique, si bien que l'on se prend à regretter l'absence de ce dernier mot dans le titre.

La méthode employée par l'auteur est bien connue; elle avait déjà fait ses preuves, appliquée d'une façon plus vivante sans doute, et plus vraiment géographique, à la Flandre et aux plaines de craie du nord de la France. Elle consiste à éclairer par la visite des lieux et par le contact avec la réalité l'examen solide des documents de tout ordre. D'autre part, la forme de l'exposé est l'analyse critique et scientifique des diverses conditions dont l'ensemble peut former l'individualité des pays considérés. En ce qui concerne l'emploi présent de ce procédé pour le Berry, on désirerait que l'homme et que le mode de ses établissements n'eussent point été laissés aussi complètement de côté. L'auteur aurait pu trouver dans cet ordre de préoccupations bien des faits, passés ou actuels, de nature à retenir son attention, et à éclairer la géographie physique. Ils eussent, à notre avis, avantageusement remplacé, dans un ouvrage aussi sérieux, certaines considérations générales de méthode, qui sentent un peu trop l'école, et certaines discussions vraiment trop minutieuses et trop longues, eu égard à la simplicité ou même à l'évidence des conclusions obtenues. Ces discussions ont l'inconvénient de donner à telles parties du livre un aspect à la fois touffu et un peu maigre, qui ne laisse pas d'être une gêne. Il faut d'ailleurs louer sans réserves l'extrême conscience et la clarté de ce travail, de nature à fournir un excellent guide à ceux que pourrait tenter l'exploration scientifique du Berry; s'il leur paraît parfois un peu aride, c'est sans doute la faute du sujet, et de la manière dont il a été compris.

Les deux premiers chapitres sont consacrés à la recherche d'une délimitation rationnelle du Berry. Les frontières politiques de la région ne comportent pas de précision; elles ont toujours coïncidé en gros avec la ceinture de « mauvais pays », bois, landes et marais, beaucoup plus nette autrefois qu'aujourd'hui, qui entoure la « campagne » calcaire. On se demande si 70 pages de discussion étaient bien nécessaires pour aboutir à une conclusion plutôt vague, comme d'ailleurs la réalité même : «... du côté de l'Ouest, les plateaux argilo-calcaires qui s'étendent entre les vallées du Cher et de l'Indre, de l'Indre et de la Creuse *doivent être partagés* entre Berry et Touraine », etc. (p. 69). A priori, de même, il était évident que l'examen des cartes anciennes ne pouvait servir à fixer une individualité de contours aussi fuyants. L'imprécision des documents d'origine plus ou moins locale est telle, malgré le « parfum de terroir » qu'ils dégagent (carte de Jolivet, 1545), qu'il est impossible de les confronter avec les cartes contemporaines de détail, scientifiquement établies; à plus forte raison, ne peut-on utiliser les produits des études de cabinet, pas plus la carte de Mercator (1585) que celle de N. Sanson d'Abbeville ou les dérivées. Toutes ces sources, même patiemment compulsées, ne pouvaient autoriser que des affirmations évidentes, ou très peu nettes dans la forme, comme celles-ci : les cartes ont conservé le souvenir d'un pays et « duché de Berry » (p. 71); de bonne heure, cette région présente une « unité toponymique suggérée à l'homme par la Nature (?) » (p. 100).

Les chapitres concernant le modelé du sol doivent, à notre avis, compter parmi les meilleurs du livre. M. Vacher était là dans son élément : il a su fort bien tirer parti de ce que lui a enseigné la pratique du terrain, et des documents géologiques les plus sûrs. On remarquera, notamment, la discussion sur le mode de formation des dépôts tertiaires, sables, argiles, dépôts sidérolithiques, qui surmontent les terrains jurassiques; ceux-ci, exondés depuis la fin du Crétacé, ont été soumis pendant le Tertiaire, en même temps qu'à des failles contemporaines de la surrection du Massif central, à des épanchements alluviaux ayant cette même région pour origine. A noter aussi : l'étude des formes topographiques auxquelles donnent lieu les divers terrains d'après leur nature, et l'analyse des conditions tectoniques auxquelles le Berry a été soumis : failles N.-S. de la partie orientale, anticlinaux N.-O.-S.-E. de la partie occidentale (importants pour la direction des vallées), enfin « talus monoclinaux » du N., du S. et de l'E. Ce sont ces *talus monoclinaux*, schématisés ainsi que les autres accidents dans la carte de la page 165, qui forment les parties les plus saillantes du relief : la « campagne » berrichonne s'encadre entre celui du N., dessiné en « festons triangulaires » que couronne l'argile à silex de décomposition (434 m. à Humbligny), et celui du S., dans lequel le calcaire hettangien recouvre en biseau les argiles toarciennes formant presque tout l'escarpement. L'étude morphologique du réseau hydrographique, faite dans les chapitres VI et VII, complète l'analyse scientifique des éléments du relief. Les résultats de cette étude sont résumés dans une autre carte originale (p. 290).

Essayer de préciser les caractères spéciaux du climat du Berry, dans l'ensemble de la contrée méridionale du bassin parisien, est s'obliger à fixer des nuances souvent bien fugitives. Voyez, par exemple, la conclusion de la page 306, au sujet des maxima de pluies : « la substitution d'un maximum de juillet (dans la partie orientale) à un maximum de juin est une nuance qui permet de faire une légère distinction entre la région où se produit cette substitution et les autres ». L'observation des phénomènes de végétation, quoique d'une bonne méthode en général, ne peut guère servir, pour une aussi petite étendue de pays, à fixer des différences vraiment notables; l'aveu en est fait (p. 330); et il aurait pu être renouvelé à propos de l'examen des proverbes ruraux, « qui ne sont d'ailleurs pas tous particuliers au Berry » (note de la p. 333).

Le chapitre IX contient une très bonne analyse du régime des eaux d'infiltration, des sources et des puits. La carte des principales régions hydrologiques du Berry (p. 398) est intéressante et nouvelle. Le mode de circulation des eaux dans l'épaisseur des masses calcaires de la « campagne » a été bien dégagé : ces masses s'imprègnent d'eau à une certaine profondeur et fournissent des sources pérennes, commandées par le niveau hydrostatique des eaux courantes dans les vallées. On regrettera que quelques spécimens de cartes à grande échelle n'aient pas montré le mode différent de groupement des habitations selon ces divers régimes de sources. On aurait pu emprunter au voisinage même de Bourges deux exemples typiques : celui des croupes calcaires qui encadrent la vallée de l'Yèvre, vers Saint-Germain-du-Puy (alignement des habitations le long du talus du plateau, à l'endroit où les puits peuvent être moins profonds); et celui des sables argileux et des marnes, vers Saint-Doulchard (nombreuses mares, sources de surface, habitations très disséminées).

Le régime des eaux courantes est analysé avec une minutie digne de résultats géographiques plus importants.

La conclusion est une synthèse, où l'auteur a ramassé les divers traits qui composent la physionomie physique de chacun des pays du Berry : Champagne, Boischaut, Sologne et Brenne, vallée de Germigny, Forêt, Pays Fort et Sancerrois. Il est évident que le mot « pays » est, pour la plupart de ces individualités géographiques, trop ambitieux. Les différences consistent surtout en quelques traits de relief et dans l'aspect général de la végétation.

La bibliographie, placée en appendice, ainsi que les tableaux, est très sérieuse et très complète. Mais pourquoi s'en être tenu à l'ordre alphabétique ? Il ménage des rapprochements tout à fait singuliers, et rend l'usage de cette longue liste bien incommode.

Les 32 photographies sont fort bien choisies : toutes ont une valeur de preuve.

J. Machat.
Docteur ès Lettres,
Professeur au Lycée Buffon.

Martin-Lavigne (E.). — **Recherches sur les Bois de la Guyane : Leur identification à l'aide des caractères extérieurs et microscopiques.** — 1 *vol. in*-8° *de* 184 *pages avec figures. Vigot frères, éditeurs. Paris,* 1909.

La question de l'utilisation des bois exotiques est l'une de celles qui préoccupent, à juste titre, tous ceux qui s'intéressent à la mise en valeur de nos colonies.

Mais il faut reconnaître que la question est loin de se présenter avec la simplicité que se plaisent à imaginer beaucoup de personnes.

Tout d'abord, les difficultés d'exploitation sont considérables et particulièrement onéreuses, car si, dans nos pays, il existe des forêts exclusivement composées d'arbres de même nature, dans lesquelles on peut pratiquer des coupes en règle, il est loin d'en être ainsi dans la forêt vierge, où nulle volonté humaine n'a présidé à la distribution des arbres et où les graines ont germé au hasard de leur dissémination. Il en résulte que toutes les essences se trouvent dispersées sans ordre, et que des arbres de même nature peuvent être très éloignés les uns des autres, ce qui exigerait, pour l'exploitation successive, la création de chemins onéreux, et ces frais extraordinaires d'exploitation ne seraient pas toujours couverts par les prix de vente.

Car il faut bien ajouter aussi que nous montrons quelque circonspection vis-à-vis des bois nouveaux que d'audacieux ébénistes tendraient à jeter sur le marché. Nous ne connaissons le plus souvent ni leurs qualités, ni leurs défauts ; nous ignorons comment ils se comporteront à l'usage et dans quelle mesure ils conserveront leur coloration première. De là, chez l'acheteur, une résistance compréhensible à accepter des meubles fabriqués avec des bois presque inconnus.

Il appartenait à l'Administration des Colonies de faire connaître ces bois exotiques, non seulement d'en présenter quelques spécimens réduits, mais de les faire ouvrer et exposer de façon à permettre aux industriels et au public de les apprécier. Mais il faut reconnaître qu'elle n'a même pas encouragé dans cette voie les initiatives privées. Et je demande la permission de signaler ici un fait significatif, dont je puis attester l'authenticité, pour l'avoir constaté personnellement et même pour l'avoir signalé au ministre des Colonies de l'époque, qui s'en montra fort scandalisé.

Pour une Exposition universelle, des industriels parisiens avaient établi de magnifiques armoires et vitrines dont les matériaux étaient exclusivement des bois variés de la Guyane. Et, l'Exposition universelle fermée, ces industriels avaient généreusement donné ces meubles à l'Exposition permanente des Colonies, alors installée au Palais de l'Industrie. Ils avaient cru, avec raison, que ces meubles, placés dans la salle affectée à la Guyane, contribueraient à faire connaître et apprécier les bois de notre colonie. Mais ils avaient compté sans la direction de l'Exposition permanente et sans son Conseil d'administration, dont le président était alors un sénateur de l'Inde. Pour honorer ce président et pour rehausser l'éclat de la salle de l'Inde, dont il était le représentant, l'Administration fit placer les meubles en bois de la Guyane dans la salle d'exposition affectée à l'Inde. Après avoir naturellement fait disparaître toute indication pouvant faire soupçonner l'origine des bois employés dans ces armoires et vitrines, on exposa de brillantes étoffes de Pondichéry ou de Chandernagor, en laissant croire naïvement aux visiteurs que les meubles étaient eux-mêmes fabriqués avec des bois de l'Inde. Je crois qu'il est inutile d'insister sur ce singulier moyen de faire connaître les produits de nos colonies !

J'ajoute que ces bois sont représentés au Muséum d'Histoire naturelle, où se trouve une magnifique collection complètement ignorée du public, parce que, faute de place, elle a dû être reléguée au second étage d'une annexe de la rue de Buffon, en dehors de la zone d'exploration des visiteurs.

Et la meilleure preuve que ces collections sont ignorées, c'est que M. Martin-Lavigne, pour entreprendre son travail, a cru devoir s'adresser directement à l'Administration de la Guyane, qui ne pouvait raisonnablement rassembler de nouveau, en vue d'un travail particulier, des matériaux envoyés en France depuis longtemps. Et l'auteur, dans ces conditions, s'est adressé au Musée de Haarlem, qui lui a fourni des bois provenant de la Guyane hollandaise. C'est donc d'une étude sur les bois de la colonie hollandaise qu'il s'agit, et il ne faut pas s'attendre à trouver dans le travail de M. Martin-Lavigne l'étude de certaines essences très connues à la Guyane française, telles que le *Peltogyne venosa* Benth. (bois violet); l'*Hymœnea Courbaril* L. (Courbaril); le *Bagassa guyanensis* Aubl. (bagasse), etc.

Nous ne pouvons que féliciter M. Martin-Lavigne d'avoir entrepris ce travail et de ne pas l'avoir limité à l'énoncé de quelques caractères microscopiques. Il a voulu, en effet, fournir une étude pratique et, pour chacun des bois, il donne une description sommaire de la plante, l'histologie des feuilles et de la tige, les caractères extérieurs et la structure de l'écorce et du bois, les propriétés physiques et chimiques, et enfin il établit, pour chaque essence, une fiche signalétique résumant, sous forme de tableau, les principaux caractères du bois étudié. Il en résulte qu'à l'aide de cette fiche et des commentaires qui l'accompagnent, il sera possible de reconnaître un bois, s'il appartient à la liste de ceux qui ont été étudiés.

En effet, il est incontestable que la grandeur, la forme et la répartition des vaisseaux, le nombre et la constitution des rayons médullaires, la répartition des fibres et du parenchyme, la façon dont se comporte le bois sous l'action de certains réactifs, sont des caractères permettant d'établir la nature d'une essence don-

née, et M. Martin Lavigne a su en tirer les éléments d'un travail à la fois utile et intéressant.

Mais, dans une étude de cette nature, il paraît évident que chaque essence soumise à l'examen et décrite minutieusement doit appartenir à une plante rigoureusement déterminée par ses caractères botaniques. S'il s'agit d'un bois connu simplement par son nom indigène, l'étude n'a plus rien de précis, car ces noms indigènes s'appliquent à des catégories dont la délimitation n'est pas établie et répondent à certains caractères d'utilisation locale qui peuvent être réalisés par des espèces différentes.

A ce point de vue, il nous faut reconnaître que le travail de M. Martin-Lavigne présente des lacunes, car la détermination — l'auteur le reconnaît lui-même, p. 12 — n'a pas été poussée aussi loin qu'elle devait l'être : « Un certain nombre d'échantillons d'herbier ne correspondaient pas toujours ni au bois portant la même dénomination, ni aux espèces que nous avons pu rencontrer à l'herbier du Muséum, mis à notre disposition avec le plus grand empressement. » M. Martin-Lavigne, dont le travail est méritoire, s'efforcera, je l'espère, de compléter son étude par l'examen des bois spéciaux de la Guyane française, se bornant à ceux de ces bois qui sont rigoureusement déterminés.

HENRI LECOMTE,
Professeur au Muséum national d'Histoire naturelle.

Bigeard (R.), *Instituteur honoraire*, et **Guillemin** (H.), *Professeur au Collège de Chalon-sur-Saône*. — **Flore des Champignons supérieurs de France les plus importants à connaître** (**comestibles et vénéneux**). *Préface de* M. ÉMILE BOUDIER. — 1 *vol. in*-8° *de* 600 *pages avec* 56 *planches comprenant* 486 *fig.* (*Prix* : 9 *fr.*) *E. Bertrand, imprimeur-éditeur. Chalon-sur-Saône*, 1909.

Nombreux sont les amateurs qui se livrent à la recherche et à la cueillette des champignons comestibles, mais rares sont les bons ouvrages permettant la détermination facile des espèces rencontrées. Deux mycologues expérimentés, MM. Bigeard et Guillemin, ont entrepris de donner au public le guide qu'il attendait. La *Flore des Champignons de France les plus importants à connaître*, qu'ils publient aujourd'hui, est bien faite pour rendre la Mycologie, science éminemment française, attrayante aux débutants et aux amateurs. Ils y trouveront, en outre des descriptions, non seulement des tableaux dichotomiques faits avec soin, qui leur permettront d'arriver avec facilité à la reconnaissance des familles, genres et espèces, mais encore nombre de figures représentant assez bien le port des principaux champignons, ce qui en éclairera considérablement l'étude.

A la partie technique les auteurs ont ajouté deux leçons pour les débutants, des indications pour la préparation culinaire des champignons, des conseils sur la récolte et la conservation, sur les empoisonnements et sur la culture de quelques espèces.

Ce livre, très pratique, rendra service à tous ceux qui s'intéressent aux champignons.

4° Sciences médicales

Armand-Delille (Dr), *Ancien Chef de Clinique de la Faculté*. — **Le mécanisme de l'Immunité.** (**Anticorps, antigènes et déviation du complément.**) — 1 *fascicule de* 36 *pages* (*n°* 55 *des Monographies cliniques sur les questions nouvelles en Médecine*). (*Prix* : 1 *fr.* 25.) *Masson et Cie, éditeurs. Paris*, 1909.

Après avoir indiqué les principales théories qui ont été données de l'immunité, M. le Dr Armand-Delille décrit, dans cette monographie très bien rédigée, la méthode pastorienne de vaccination active et la sérothérapie. Enfin il explique les notions que le clinicien doit connaître sur les substances défensives existant normalement dans l'organisme ou sécrétées d'une manière élective ou spécifique contre tout agent infectieux. Invasion bactérienne, infection cellulaire expérimentale (par exemple, injection, à un animal, d'hématies d'un autre animal), etc., tous ces phénomènes, en faisant pénétrer dans l'organisme vivant un produit nocif ou antigène, déterminent, par une sorte de réflexe défensif, la sécrétion d'anticorps. Ceux-ci, associés à l'alexine normale du sérum, ont pour résultat de dissoudre, détruire ou annihiler ces éléments étrangers.

Certaines dénominations ou formules qui ne sont point, aujourd'hui, nouvelles : alexine ou complément, sensibilisatrice de Bordet ou ambocepteur, réaction de fixation, etc., représentent, en réalité, des substances ou des phénomènes d'une très haute importance physiologique et pathologique, dont cette monographie fournit une excellente exposition. La recherche de la déviation du complément, qui dérive des beaux travaux de Bordet, est maintenant utilisée pour le diagnostic des maladies infectieuses.

L'auteur de cette brochure consacre un chapitre au diagnostic de la syphilis fondé sur le même principe.

Dr H. VINCENT,
Professeur à l'Ecole d'Application du Val-de-Grâce, Paris.

Lévy-Bing (Dr A.). — **Les Injections mercurielles intra-musculaires dans le traitement de la Syphilis.** — 1 *vol. de l'Œuvre médico-chirurgical.* (*Prix* : 1 fr. 25.) *Masson et Cie, éditeurs. Paris*, 1909.

Le traitement de la syphilis par l'administration hypodermique du Mercure ou de ses sels, exceptionnel il y a seulement quinze ans, tend chaque jour à devenir plus courant, plus habituel; il n'est pas douteux que, lorsqu'il est bien toléré, il réalise la méthode quasi-idéale, énergique, rapide, d'une précision mathématique.

Du fait précisément de sa vulgarisation, les préparations injectables solubles ou insolubles se sont multipliées, la technique s'est précisée, les avantages et les inconvénients de l'hypodermie hydrargyrique sont devenus chaque jour plus évidents, les indications et les contre-indications de la méthode en général et des diverses préparations en particulier ont pu être posées avec plus de netteté.

Ce sont toutes ces questions, aujourd'hui à peu près élucidées, que l'auteur expose avec clarté et précision dans le présent fascicule. Dr ALFRED MARTINET.

Havelock Ellis, *Membre de la Société de Médecine légale de New-York*. — **La Pudeur, la Périodicité sexuelle, L'auto-érotisme.** — 1 *vol. in*-8° *de* 404 *pages.* (*Prix* : 5 *fr.*) *Société du Mercure de France. Paris*, 1909.

5° Sciences diverses

Duruy (Capitaine Victor). — **Autriche et Italie.** — 1 *vol. in*-8° *de* 150 *pages. Chapelot et Cie, éditeurs. Paris*, 1909.

L'amitié ne naît pas forcément des alliances : l'Autriche et l'Italie en sont une preuve de plus. En dépit du traité qui les unit, les deux nations, séparées par tant de divergences, ne cessent d'armer l'une contre l'autre et d'envisager constamment l'hypothèse d'une guerre qui les mettrait aux prises. Le Capitaine Duruy étudie, dans ce livre très documenté, dont les statistiques sont puisées aux meilleures sources, l'état comparé des forces de l'Autriche et de l'Italie en 1909. La marine italienne l'emporte sur sa rivale, mais il n'est que trop évident, en revanche, que l'armée autrichienne possède une supériorité sensible, malgré les efforts de l'Italie en ces toutes dernières années. Si, comme il est à craindre, le choc entre les deux pays doit un jour se produire, il faut souhaiter que l'Italie développe suffisamment la puissance de son armée de terre pour défendre victorieusement la civilisation latine. — L. R. C.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 29 Novembre 1909.

1° Sciences mathématiques. — M. **Jean Merlin** présente des recherches sur les équations algébriques à deux variables et sur les irrationnelles algébriques d'un paramètre X qu'expriment ces deux dernières. — M. et Mme **Paul Dienes** indiquent un théorème général relatif aux singularités algébrico-logarithmiques. — M. **F. Riesz** adresse quelques considérations sur les opérations fonctionnelles linéaires. — M. **L. Lichtenstein** communique ses recherches sur la détermination des intégrales de l'équation :

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + a\frac{\partial u}{\partial x} + b\frac{\partial u}{\partial y} + cu = 1$$

par leurs valeurs le long d'un contour fermé dans le cas des pointes. — M. **A. Witz** propose de renvoyer du cylindre des moteurs à combustion interne les gaz chauds de la décharge au gazogène, en les faisant passer sur une colonne de coke incandescent qui régénérerait CO et H aux dépens de CO^2 et H^2O ; il n'y aurait ainsi aucune perte de carbone. — M. **Jarry-Desloges** a reconnu que la surface de Mercure présente un certain nombre de plages sombres, souvent bien délimitées. La rotation de la planète semble s'accomplir dans une longue période, probablement égale à la durée de la révolution. — M. **R. Jonckheere** a observé la calotte polaire de la planète Mars. Il a retrouvé l'île Novissima Thyle et découvert une terre nouvelle qu'il nomme *Stella*. Il a confirmé les canaux de Schiaparelli et de Lowell et en a découvert 23 nouveaux.

2° Sciences physiques. — M. **H. Pellat** indique une autre cause d'erreur dans l'emploi du pendule bifilaire, qui provient du défaut de souplesse des rubans qui supportent la masse pesante, mais il donne le moyen de l'éliminer. — M. **H. Merczyng** a déterminé les courbes des valeurs des indices de réfraction et des constantes diélectriques, pour des ondes électromagnétiques très courtes, de divers liquides : glycérine, alcools méthylique, amylique, aniline, éther éthylique. Ces courbes peuvent donner un spectre électrique, comme on l'a pour les radiations lumineuses. — M. **G. Meslin** : Dichroïsme magnétique et orientation des cristaux de sidérose dans le champ (voir p. 1.025). — MM. **Ed. Bauer** et **M. Moulin** ont déterminé la constante de la loi de Stefan en étalonnant le récepteur conique du bolomètre au moyen d'un rayonnement transportant une énergie connue (radiation d'une lame de platine chauffée dans le vide au moyen d'un courant). Ils ont trouvé : $\sigma = 6{,}0 \times 10^{-12}$ (watt par centimètre carré et par degré). — M. **L. Raybaud** montre que les radiations très nocives du rayonnement solaire sont à la limite du spectre terrestre ; elles forment une très étroite bande, en général considérablement affaiblie par l'absorption atmosphérique, mais qui peut se montrer très active dans les régions élevées. — M. **Edm. van Aubel**, en faisant agir les rayons ultra-violets produits par une lampe en quartz à vapeur de mercure sur l'eau distillée, l'huile d'olive et le pétrole, a observé la production d'ozone et de H^2O^2, décelable par son action sur la plaque photographique et ses réactions chimiques. — M. **P. Sacerdote** a constaté que l'action des rayons cathodiques fait passer le diamant du blanc ou jaune verdâtre à la couleur « vin de Madère », puis au brun ; l'action d'une température de 300° à 400° décolore assez rapidement le diamant et le ramène sensiblement à sa teinte initiale. — M. **A. Meyère** a observé que, sous l'influence du radium, des rayons X et des rayons cathodiques, quel que soit le procédé employé et le métal formant les électrodes, les corindons et les diamants ne se colorent qu'en jaune plus ou moins foncé. — M. **P. Gaubert** montre que, dans les cristaux colorés artificiellement et très polychroïques, la biréfringence est forte ou faible suivant que la matière colorante se trouve dans le cristal à l'état de solution solide ou de particule cristalline. — M. **E. Rengade** poursuit l'étude de la forme théorique des courbes de refroidissement des mélanges binaires, et envisage le cas où la solidification du mélange fondu donne naissance à des cristaux mixtes. — M. **J. B. Senderens** montre qu'en faisant passer sur de la thorine, de 400° à 430°, un mélange à molécules égales de deux acides gras, RCO^2H et $R'CO^2H$, on obtient la cétone mixte $RCOR'$ dissymétrique, accompagnée d'un peu des cétones symétriques RCOR et R'COR'. — M. **G. Vavon**, en agitant le pinène en présence de noir de platine dans une atmosphère d'H, a observé une absorption rapide du gaz avec formation d'un carbure $C^{10}H^{18}$, Eb. 166°. Dans les mêmes conditions, le camphène donne un hydrure $C^{10}H^{18}$, F. 87°, et le limonène un hydrure Eb. 169°. — M. **T. Klobb** a rencontré, dans les fleurs de *Tussilago farfara*, un phytostérol monovalent, F. 129°, et un alcool bivalent, le faradiol, $C^{30}H^{50}O^2$, F. 238°, dextrogyre, dont l'acétate fond à 140°-145°. — M. **G. Darzens**, en hydrogénant la quinoléine sur l'hydrate d'oxyde de nickel réduit, a obtenu la tétrahydroquinoléine. Avec la diméthyl- et la diéthylaniline, on obtient des dérivés hexahydrogénés, Eb. 159° et Eb. 191°. — MM. **F. Bordas** et **Touplain** montrent que les réactions colorées qui se produisent dans le lait cru sous l'influence de la décomposition de H^2O^2 sont dues à la caséine ; il n'est pas démontré qu'il existe une anaéroxydase soluble et une catalase insoluble dans le lait de vache.

3° Sciences naturelles. — MM. **C. Levaditi** et **K. Landsteiner** : La transmission de la paralysie infantile au chimpanzé (voir p. 981). — M. **S. Arloing** résume ses essais de vaccination antituberculeuse chez le bœuf au moyen de bacilles humains ou bovins modifiés par accoutumance à vivre dans la profondeur des bouillons à des températures déterminées. Cette vaccination assure une immunité relative, qui peut persister presque pendant deux ans. — M. **L. Cuénot** et **L. Mercier** ont constaté que les greffes de tumeur cancéreuse mises en place chez les souris femelles avant la fécondation se développent pendant la gestation pour régresser pendant la lactation et disparaître quelquefois complètement. — M. **A. Gruvel** a observé, parmi la faune marine des côtes de la Mauritanie, un assez grand nombre d'espèces appartenant à la faune de l'Atlantique nord, à celle de la Méditerranée, à celle du golfe de Guinée et même à celle de la côte orientale de l'Amérique du Sud. — M. **J. Pellegrin** décrit une nouvelle espèce de *Vandellia*, qu'il nomme *V. Wieneri*, caractérisée par les dents et épines operculaires permettant la fixation sur l'hôte et l'érosion des téguments, et la disposition de la cavité buccale, destinée à faciliter l'ingurgitation des liquides sanguins épanchés des plaies ainsi obtenues. — MM. **L. Maquenne** et **E. Demoussy** ont reconnu que le noircissement des feuilles par les radiations ultraviolettes n'est pas dû à une action spécifique ; il a également lieu sous toutes les influences qui déterminent la mort du protoplasma ou, mieux, le mélange des sucs cellulaires, entre autres la chaleur, la chloroformisation et le broyage mécanique. Ce phénomène est

la conséquence d'actions diastasiques. — M. L. Daniel signale l'apparition d'un hybride de greffe sur un pied d'aubépine normale sur lequel on a greffé un néflier à gros fruits. La branche hybride s'est développée au niveau du bourrelet d'un des greffons et présente des formes intermédiaires entre le sujet et le greffon. — M. H. A. Brouwer a étudié certaines lujaurites du Pilandsberg (Transvaal), les unes ressemblant beaucoup à la lujaurite normale de la presqu'île de Kola, les autres riches en aegyrine et eudialyte. — M. P. Lemoine a étudié les plissements souterrains du Gault dans le bassin de Paris, d'après les renseignements fournis par les forages pour puits artésiens. Ces plissements sont beaucoup plus accentués que ceux qui affectent la craie. — M. A. Delebecque a recherché l'origine de la Plaine des Rocailles (Haute-Savoie). Il la considère comme formée par des éboulis provenant des versants urgoniens de la vallée du Borne, tombés pendant que celle-ci était occupée par un glacier et transportés par ce dernier et le glacier de l'Arve jusqu'à leur place actuelle. — M. Répelin fixe comme emplacement de la région épicentrale du tremblement de terre de Provence du 11 juin 1909 la partie de la Trévaresse entre Venelles et Saint-Cannat qui est traversée par une faille post-miocène.

Séance du 6 Décembre 1909.

1° Sciences mathématiques. — M. H. Poincaré a retrouvé par une autre voie le théorème de MM. Enriques, Castelnuovo et Severi; il en déduit une classification des courbes tracées sur les surfaces algébriques. — M. C. Guichard a étudié les surfaces telles que les tangentes à une série de lignes de courbure touchent une quadrique; dans certains cas, le problème posé se ramène à la recherche des surfaces à courbure totale constante. — M. Eug. Fabry présente ses recherches sur l'ordre d'une série de Taylor. — M. Galbrun étudie la représentation des solutions d'une équation aux différences finies pour les grandes valeurs de la variable. — M. A. Denjoy communique ses recherches sur les ensembles parfaits discontinus; il donne un exemple d'ensemble d'aire non nulle dont la sinuosité est partout infinie et il indique un mode de génération de ces ensembles par bi- ou pluripartition de blocs par des chenaux. — M. D. Pompéiu étudie les singularités discontinues des fonctions analytiques uniformes. — M. J. Haag montre comment on peut obtenir les familles de Lamé composées d'hélicoïdes. — M. R. Garnier présente ses recherches sur les surfaces du quatrième ordre qui admettent un groupe infini discontinu de transformations birationnelles. — M. L. Rémy démontre le théorème suivant : Les transformations birationnelles de la surface générale du quatrième ordre à D points doubles ($D < 6$), qui sont en nombre infini, résultent de la composition d'un nombre fini de transformations, à savoir celles qui associent les couples de points en ligne droite avec un point double et celle qui associe les couples découpés par les cubiques gauches passant par cinq points doubles de la surface. — M. Ravigneaux généralise la formule de Willis pour les trains épicycloïdaux. Quand deux trains épicycloïdaux ont une même raison entre deux de leurs trois organes, le troisième restant fixe, ils réalisent les six mêmes raisons pour tous les rapports de vitesse des organes considérés deux à deux, le troisième restant fixe. — M. D. Cirera a étudié la perturbation magnétique du 25 septembre 1909. Il a observé un changement de formes et une augmentation de la grande tache solaire qui passa par le méridien central le 23; il a noté, en outre, une grande rapidité d'oscillations des courants telluriques. — M. J. Comas Sola résume les observations de Mars faites à l'Observatoire Fabra, de Barcelone, pendant l'opposition de 1909. Il estime que le réseau géométrique des canaux n'existe pas réellement; il est dû à une illusion. — M. Maneng a trouvé, sur un cliché de la carte photographique du ciel, une nouvelle petite planète, dont il a déterminé les éléments. — M. Ch. Nordmann indique une nouvelle méthode pour la mesure des températures des étoiles, procédant non plus par extrapolation, mais en quelque sorte par approximations successives. Voici quelques-unes des valeurs obtenues : ζ Persée, 2.870°; δ Céphée (min.), 4.550°; Soleil, 5.320°; δ Céphée (max.), 6.900°; Polaire, 8.200°; β Persée, 13.300°; λ Taureau > 40.000°. — M. Tilho a constaté, au cours des opérations de la Mission Niger-Tchad, que la méthode de détermination des longitudes à terre par le transport du temps à l'aide des montres de torpilleur, est susceptible d'une grande précision.

2° Sciences physiques. — M. J. Carpentier présente plusieurs modèles d'un baromètre isotherme, dû au marquis de Montrichard, et soustrait à l'influence de la température par deux enveloppes de verre entre lesquelles on a fait le vide. — M. H. Pécheux a déterminé la résistivité et la thermo-électricité de quatre échantillons d'acier marchand. — M. A. Léauté montre que, lorsqu'un fil fin est parcouru par une décharge de condensateur, l'augmentation que l'on constate dans la violence de l'explosion, quand on diminue la self-induction, est due à l'accroissement simultané de l'amortissement et de l'amplitude du courant; la fréquence tend à produire un effet inverse. — MM. Ch. Eug. Guye et V. Freedericksz ont constaté que Ag, Al et Fe ont un coefficient de frottement intérieur qui va en diminuant à mesure que la température s'abaisse; pour Al, il est 274 fois plus faible à la température de l'air liquide qu'à celle de l'eau bouillante. Il ne semble pas cependant qu'il tende à s'annuler au zéro absolu. — M. J. A. Muller répond aux critiques que M. Boulouch a adressées à sa démonstration de la règle des phases. — M. G. D. Hinrichs indique une solution simple et générale de l'équation de condition dans le calcul des poids atomiques. — M. A. Colson montre que la décomposition du sulfate de soude par le noir de fumée, peu sensible au-dessous de 950°, est rapide et uniforme à cette température, quelle que soit la proportion de charbon. Avec un excès de charbon, 70 % du sulfate sont décomposés en 20 minutes et la vitesse de la réaction augmente rapidement avec la température. — M. H. Baubigny propose un procédé de dosage de l'acide dithonique et des dithionates par fusion lente avec un nitrate et un carbonate alcalin et dosage par le baryum de l'acide sulfurique formé. — M. M. Delépine a constaté que le chloroiridate de K, précipité par $AgAzO^3$, forme un précipité bleu qui passe au jaune et est formé finalement de chloroiridite d'argent $IrCl^6Ag^3$. Le corps bleu est le chloroiridate $IrCl^6Ag^2$, instable, qui réagit sur l'excès de sel d'Ag ou sur lui-même pour donner le chloroiridite. Le nitrate de Tl donne un chloroiridate $IrCl^6Tl^2$, vert bleu très foncé. — M. G. Leser a préparé deux dérivés β-acétylés de la dyméthyl-1 : 1-cyclohexanone-3. L'un, qui bout à 110°-111° sous 13 millimètres, se condense avec CH^3MgI pour donner un alcool tertiaire cétonique, $C^{11}H^{20}O^2$, F. 88°-89°, que H^2SO^4 déshydrate avec formation d'une diméthyltétrahydroacétophénone, Eb. 207°-208° sous 745 millimètres.

3° Sciences naturelles. — M. G. Grandidier donne la description d'un oiseau nouveau de Madagascar, le *Monias Benschi*, se rapprochant des Rales et intéressant en raison de ses affinités avec les Fourmiliers sud-américains. — M. L. Roule a observé que les Amphibiens du genre Euproctc sont localisés dans trois régions distinctes : Pyrénées, Corse et Sardaigne, séparées par la mer. Ils doivent être considérés comme les survivants d'une faune ancienne qui occupait autrefois un périmètre plus étendu, dont les effondrements méditerranéens ont submergé la majeure part. — M. B. Collin donne les diagnoses préliminaires d'un certain nombre d'Acinétiens nouveaux ou peu connus. — M. A. Maige a observé, dans les étamines de l'*Asphodelus microcarpus*, un mode de formation des chromosomes se rattachant nettement au type de Strasburger et Grégoire, mais qui se caractérise par

l'apparition tardive de la division longitudinale postérieurement à la division transversale. — M. G. Perrin a constaté que la fécondation, chez les prothalles de Filicinées, est considérablement gênée dans les milieux à basse tension superficielle, contenant par exemple des sels biliaires. Il en déduit une nouvelle formule de bouillie cuprique contre le mildew. — M. H. Arsandaux a étudié les enduits de revêtement des particules terreuses du sol, qu'on enlève par décapage à l'acide oxalique et AzH^3. Ces enduits contiennent dix fois plus de matières humiques et cinq fois plus de matières argileuses que la terre totale. — M. H. Arsandaux estime que, dans les formations latéritiques à affleurement presque horizontal, il se produit une individualisation progressive du fer; cet élément chemine de bas en haut, sans doute en raison d'actions capillaires, et vient s'insolubiliser à la surface. — M. L. Cayeux a constaté que, dans les minerais de fer oolithiques du Silurien de France, du quartz secondaire vient se substituer à la sidérose, en commençant par la surface, tandis qu'en profondeur le minerai s'enrichit en fer carbonaté.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 30 Novembre 1909.

M. H. Vincent confirme le rôle pathogène du *Proteus vulgaris* dans les infections alimentaires, signalé par M. Metchnikoff. Dans un cas, associé au bacille d'Eberth, il a fortement aggravé l'infection typhoïdique. — M. P. Bar présente un Rapport sur les mémoires et ouvrages envoyés en 1909 à la Commission permanente de l'hygiène de l'enfance. — M. Vaillard insiste sur le rôle des porteurs de germes dans la propagation de la fièvre typhoïde, d'après un certain nombre de statistiques, et sur la nécessité de lutter contre cette cause de contagion autant que contre la pollution des eaux de boisson. — M. Pottevin lit un travail sur l'épuration des eaux d'égouts par les lits bactériens. — M. le Dr Chéron donne lecture d'une étude sur le traitement des salpingo-ovarites, fibromes utérins et scléroses utérines.

Séance du 7 Décembre 1909.

M. Mosny est élu membre titulaire dans la Section d'Hygiène publique, Médecine légale et Police médicale.

M. C. Gariel présente un Rapport sur un travail du Dr Ménard relatif à certaines applications de la métroradiographie à l'examen de l'organisme humain. L'auteur montre que l'action du bain de développement peut modifier grandement la possibilité de voir certains détails d'une épreuve radiographique, alors que les conditions d'exposition sont les mêmes. — M. A. Chantemesse a constaté, dans son service de typhiques du Bastion 29, que la contagion inter-humaine s'exerce avec une fréquence et une intensité remarquables. Pour lui, le coli-bacille est impuissant à engendrer la fièvre typhoïde. Il fait connaître les résultats obtenus dans son service par la vaccination contre la fièvre typhoïde par la méthode de Wright: chez les sujets non inoculés, le nombre des cas a été deux fois plus considérable et le nombre des décès trois fois plus élevé que chez les vaccinés. — M. F. Widal défend la spécificité du bacille typhique. — M. le Dr Picqué lit un travail sur la méthode chirurgicale en médecine mentale. — M. Mollereau donne lecture d'un travail sur la rage des rues.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 27 Novembre 1909.

MM. P. Abrami et Ch. Richet fils ont déterminé avec facilité, chez le lapin, un érysipèle hématogène en créant, au cours de la septicémie streptococcique expérimentale, un point d'appel minime au niveau de l'oreille. — MM. A. Laveran et A. Pettit ont trouvé dans le sang d'un mulot des environs de Paris un trypanosome nouveau, voisin du *Tr. Lewisi* et du *Tr. Duttoni*, peu pathogène, qu'ils nomment *Tr. Grosi*. MM. H. Vincent et E. Combe ont diagnostiqué, par la précipitation du liquide céphalo-rachidien centrifugé avec un sérum spécifique, plusieurs méningites méningococciques à liquide stérile et amicrobien. — MM. M. Doyon et Cl. Gautier ont constaté que le sang rendu incoagulable par l'injection intra-veineuse d'extrait de gui empêche *in vitro* le sang normal de coaguler et reste liquide malgré l'addition de sérum normal. — M. P. Portier a étudié l'appareil respiratoire des larves d'Oestre, constitué par le stigmate postérieur; par sa disposition, il empêche les corps gras d'obstruer les trachées de la larve. — M. A. Bauer a observé des lésions des ganglions rachidiens dans un cas de poliomyélite antérieure subaiguë de l'adulte, du type scapulo-huméral. — MM. C. Mathis et M. Léger ont trouvé, chez deux serpents aquatiques du Tonkin du genre *Tropidonotus*, un nouveau Trypanosome, présentant une grande et une petite forme, qu'ils nomment *Tr. Primeti*. — M. Ch. Aubertin a réalisé la mort tardive chez le rat et la souris blanche après une séance unique d'anesthésie chloroformique; à l'autopsie, les animaux présentaient : 1° des altérations viscérales prédominant sur le foie; 2° des phénomènes congestifs et hémorragiques généralisés. — MM. M. Breton, L. Massol et J. Minet ont mesuré le pouvoir alexique au cours de divers états pathologiques, en particulier de la tuberculose pulmonaire. Il n'y a aucun rapport entre la marche de la maladie, le stade de l'évolution et le pouvoir alexique. Toutefois, le pouvoir alexique semble plus élevé chez les fébricitants que chez les apyrétiques. — M. H. Gougerot montre que certains parasites dégénérés et vieillis sont dépourvus d'électivité colorante; par habitude, on peut toutefois les reconnaître encore à la teinte très pâle ou « ombre » qu'ils donnent avec les colorants acides. — MM. A. Calmette, L. Massol et M. Breton recommandent, pour la culture du bacille tuberculeux, l'emploi de milieux minéraux contenant la matière azotée sous forme d'asparagine ou de succinimide à raison de 2,5 gr. par litre. — M. A. Carini a trouvé dans le sang d'un ouistiti du Brésil, mort d'une affection non déterminée, une grande quantité d'hématies très altérées et des filaments très curieux semblables à des spirochètes. — MM. J. Jolly et P. Chevalier ont constaté que les parois des sinus veineux de la rate sont criblées de solutions de continuité étroites et régulières, limitées chacune par deux fibres circulaires et par deux fibres-cellules. — M. A. Bergeron a fait le diagnostic de la tuberculose par la déviation du complément (méthode de Marmorek); il a obtenu 131 résultats positifs sur 133 cas de tuberculose certaine, et 68 résultats négatifs sur 74 cas de non-tuberculose. — M. E. Maurel a étudié la diarrhée produite chez le lapin par l'arséniate de soude donné par différentes voies; par la voie hypodermique et par la voie veineuse, la diarrhée a apparu avec des doses moindres que par la voie gastrique. — MM. K. Landsteiner et C. Levaditi ont reconnu que la paralysie infantile est transmissible au chimpanzé et la poliomyélite aux singes inférieurs par injection de moelle dorsale et lombaire de malades morts de ces affections. L'agent pathogène semble se localiser de préférence dans les cellules nerveuses, dont il provoque la destruction. — MM. C. Levaditi et V. Stanesco indiquent un procédé de recherche des trypanosomes, des spirilles et des filaires dans le sang, consistant dans l'addition de ricine qui agglutine fortement les hématies et n'a aucune action sur les organismes parasites. — MM. Chevrier, R. Benard et Sorrel ont étudié les modifications de la résistance globulaire au cours des cholémies chloroformiques; dans certains cas, il y a diminution de la résistance, précoce et transitoire; dans d'autres, augmentation marquée le 5e jour. — M. V. Pachon présente un appareil de perfusion à température et pression constantes. — MM. Ed. Retterer et Aug.

Lelièvre ont observé que, dans la muqueuse utérine en rénovation, les cellules épithéliales donnent naissance, par amitose, à des éléments également épithéliaux, qui ultérieurement se multiplient par voie mitosique.

Séance du 4 Décembre 1909.

M. **C. Joyeux** a pratiqué la vaccination antivariolique aux pays chauds avec du vaccin desséché mélangé avec de la gomme; il a obtenu un fort pourcentage de résultats positifs. — M. **L. Camus** a préparé les vaccins secs utilisés par l'auteur précédent; il broie la pulpe avec une solution de gomme, la tamise soigneusement et la dessèche rapidement à une température peu élevée en l'étalant en couche mince sur une large surface. — M. **Chr. Champy** a observé, dans la cellule intestinale des Batraciens et d'autres Vertébrés à jeun, des filaments qui rentrent dans la catégorie des mitochondries. — MM. **Ed. Retterer** et **Aug. Lelièvre** ont étudié l'origine et les transformations des cellules qui, après le part, contribuent à la rénovation de la muqueuse utérine; il y a transformation des bourgeons épithéliaux en tissu conjonctivo-vasculaire. — M. **G. Bohn**, en portant, à de courts intervalles, une série d'excitations semblables sur un organisme, a observé trois cas : 1° les effets vont constamment en croissant; 2° les effets croissent d'abord pour décroître ensuite; 3° les effets vont constamment en décroissant. Il indique le déterminisme physico-chimique de ces réactions. — M. **Ch. Achard**, **H. Bénard** et **Ch. Gagneux** montrent que la présence de certains éléments cellulaires dans l'organisme entretient dans les leucocytes l'aptitude à réagir aux produits de ces cellules, et leur absence entraîne la perte de cette aptitude. — MM. **H. Triboulet** et **Ribadeau-Dumas** ont reconnu qu'il existe des entérites toxiques, provoquées par l'élimination intestinale de toxines charriées par le sang. Le pronostic en est d'autant plus grave que la région par où se fait l'élimination est située plus haut dans le tractus digestif. — MM. **J. Jolly** et **A. Carrau** ont étudié le développement des ganglions lymphatiques des Mammifères. Ils sont formés par l'anastomose d'un groupe de vaisseaux lymphatiques, suivie d'une modification du tissu conjonctif situé entre ces vaisseaux et d'une pénétration des vaisseaux sanguins avec infiltration lymphoïde. — MM. **S. Bonnamour** et **L. Thévenot** ont provoqué expérimentalement chez le lapin, par injection intraveineuse d'adrénaline, un anévrisme disséquant de l'aorte. — M. **L. Bory** a étudié l'édification élastique dans les artères de l'embryon. La lame élastique interne est la couche élastique primordiale; c'est aussi la source élastique du réseau de la tunique moyenne. — MM. **P. Remlinger** et **O. Nouri** concluent de leurs expériences que les microbes pathogènes du sol ne pénètrent pas à l'intérieur des plantes et que c'est seulement à la surface de celles-ci qu'ils peuvent être entraînés, en cas d'épandage, par exemple. — M. **Ch. Porcher** a reconnu l'absence de composés indologènes dans l'urine du nouveau-né. — M. **A. Alexeieff** signale l'existence d'une série de formes de passage entre le genre *Bodo* Ehrenberg et le genre *Trypanoplasma* de Laveran et Mesnil. — M. **H. Gougerot** a reproduit expérimentalement, par frottis de cultures pures de streptocoques ou de diplostreptocoques sur la peau du rat nouveau-né, des nodules cocciens simulant cliniquement et même anatomiquement les lésions papulo-nécrotiques bacillaires. — MM. **G. Guillain** et **J. Troisier** ont observé à Paris un malade atteint de fièvre de Malte caractéristique; il avait séjourné pendant l'été en Provence, où il a probablement pris la contagion. — M. **S. Mutermilch**, en employant la méthode de filtration des sérums par les sacs de collodion, a mis une fois de plus en évidence l'identité des opsonines normales avec l'alexine et des opsonines spécifiques avec les ambocepteurs. — M. **H. Busquet** a constaté que, chez les grenouilles ayant subi la destruction de la moelle et chez les grenouilles mises en état de choc par un traumatisme cranien, le curare, en injection sous-cutanée ou intra-vasculaire, met un temps considérablement plus long que chez les grenouilles normales pour manifester sa spécificité d'action toxique. — M. **Parvu** a observé que les substances du sérum des malades atteints d'échinococcose, décelables par la méthode de fixation en employant comme antigène l'extrait alcoolique de kyste hydatique, traversent les sacs en collodion. Elles sont strictement spécifiques et peuvent être nommées anticorps hydatiques. — MM. **Laignel-Lavastine** et **P. Baufle** signalent un cas de septicémie à tétragène survenue au déclin d'une fièvre typhoïde. — M. **A. Bauer** a observé, dans un cas de syndrome de Landry, des lésions des ganglions rachidiens, consistant dans une infiltration diffuse de nombreux lymphocytes dans le tissu conjonctivo-vasculaire qui englobe les cellules des ganglions. — M. **F. Marino** décrit un procédé de culture des anaérobies en aérobiose sur un mélange de sérum avec du bouillon chauffé à 100°. — M. **Ch. Mantoux** recommande l'emploi, pour l'intra-dermoréaction, d'une solution de tuberculine préparée au moment de l'usage en diluant avec du sérum physiologique la solution-mère de l'Institut Pasteur. — M. **H. Roger** a reconnu que la bile, sans être antiseptique, est capable de modifier la flore intestinale, de diminuer les putréfactions et surtout d'empêcher la formation des poisons putrides. — M. **A. Therre** a constaté que la cure thermale de Vichy n'a aucune influence notable sur le lait de la chèvre en pleine période de lactation physiologique.

RÉUNION BIOLOGIQUE DE MARSEILLE

Séance du 16 Novembre 1909.

M. **J. Monges** montre que le traitement préalable des fèces par HCl permet d'en extraire plus de matières grasses qu'avec l'éther seul; l'excédent de poids obtenu représente la totalité des savons alcalins et alcalino-terreux. — Le même auteur a reconnu que l'urobiline des fèces est d'origine intestinale et provient de la bilirubine qui s'est transformée dans l'intestin. — MM. **V. Audibert** et **F. Monges** ont pratiqué avec succès l'autosérothérapie comme traitement des ascites récidivantes, surtout quand le taux des urines a baissé. On note rapidement de la polyurie et une sédation considérable dans la marche de l'ascite. — M. **C. Gerber** a constaté que la présure est extrêmement répandue chez les Basidiomycètes; chez les Amanites, il semble exister une relation entre l'activité présurante et le degré de toxicité. En général, la région la plus active des champignons est la région sporifère, sauf chez les Amanites et les Polypores. Le degré de résistance à la chaleur de la présure varie suivant l'espèce considérée. — M. **Ch. Livon** a observé que l'extrait du lobe hypophysaire postérieur provoque la coagulation du sang *in vivo* chez le chien, tandis que l'extrait de lobe antérieur semble avoir une action antagoniste. — MM. **Alezais** et **Peyron** signalent, chez un anencéphale, une immigration réduite et une différenciation incomplète des éléments cellulaires de la médullaire surrénale et une aplasie des paraganglions surrénaux et lombaires.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 19 Novembre 1909.

M. **L. Houllevigue** adresse une communication relative à *la condensation des vapeurs sur les surfaces soumises aux projections cathodiques*. Si, après une exposition de quelques secondes seulement aux projections cathodiques, on soumet la lame impressionnée à des vapeurs de mercure, il se forme un petit nombre de grosses gouttes dans la région non impressionnée, un très grand nombre de gouttes fines dans la région impressionnée. Le dépôt de vapeur se fait de telle sorte que la quantité totale de vapeur condensée par

millimètre carré de surface est la même dans les deux régions. La durée d'exposition aux vapeurs de mercure est sans influence sur le nombre des gouttes. Sur une épreuve microphotographique, on peut compter le nombre des gouttes et fixer ainsi le nombre des centres de condensation produits par les projections cathodiques. M. Houllevigue s'est demandé si la production de ces centres était une action spéciale des rayons cathodiques ou si elle était due au dépôt de métal. Pour le savoir, il suffit de limiter, par des écrans convenables, un étroit faisceau cathodique et de le dévier par un aimant. Les projections métalliques n'obéissent pas à l'action magnétique qui dévie les rayons, et l'on trouve que les centres de condensation sont encore moins nombreux sur la plage frappée par les rayons cathodiques que dans l'espace à la fois extérieur aux rayons cathodiques et au dépôt métallique. Sur le trajet, non dévié, des projections, les centres de condensation sont très abondants. Le nombre de centres attribuables au dépôt est, toutes choses égales, proportionnel à la durée de sa production. M. Houllevigue tire de là le moyen de déterminer la masse métallique correspondant à chaque centre. Il lui suffit de prolonger assez la durée du dépôt pour obtenir un miroir d'argent continu, dont on évalue l'épaisseur moyenne par la méthode bien connue de l'iodoration. Sans rien changer au réglage, on a soumis une autre portion de la même lame à une action prolongée seulement pendant quelques secondes. On connaît par conséquent le poids d'argent déposé par millimètre carré, qu'il suffit de diviser par le nombre des centres, relevé directement sur une microphotographie. On trouve ainsi qu'une de ces masses d'argent, supposée cubique, aurait un côté de l'ordre de 80$\mu\mu$. Chaque centre de concentration contient donc un nombre de molécules d'argent de l'ordre de 20.000.000. On est surpris de la grandeur du résultat, car on peut obtenir des couches d'argent de quelques millièmes de micromètre seulement. Il n'est pas vraisemblable que des masses aussi considérables que des cubes de 80$\mu\mu$ de côté soient arrachées tout d'une pièce à la cathode et transportées telles quelles sur le verre. M. Houllevigue croit plutôt à une condensation de vapeur métallique émise par la cathode. — M. **G. Meslin** résume l'ensemble de ses recherches relatives au *dichroïsme magnétique des liqueurs mixtes*, c'est-à-dire à la propriété qu'elles présentent de transformer la lumière naturelle qui les traverse en un faisceau de lumière partiellement polarisé dont le plan de polarisation est, suivant le cas, perpendiculaire ou parallèle au champ magnétique qui est lui-même transversal par rapport au rayon. Les principales lois du phénomène sont les suivantes : 1° Le phénomène est susceptible d'être affecté d'un signe, suivant que la composante principale est parallèle ou perpendiculaire au champ, ce qui permet de distinguer le dichroïsme négatif; 2° Le signe du dichroïsme dépend à la fois du liquide et des particules cristallines qu'on lui a associées; ce signe peut être prévu par la règle suivante : on peut ranger tous les corps solides et liquides dans un ordre tel que l'association d'un solide et d'un liquide donne naissance au dichroïsme positif si la substance cristalline précède le liquide et si, en même temps, elle est plus réfringente que lui; d'une manière générale, le signe est donné par celui de l'expression $(N_s - N_l)(n_s - n_l)$, où n désigne l'indice et où N désigne un numéro d'ordre dont il reste à préciser la signification; 3° Les substances non cristallisées ou cristallisées dans le système cubique ne donnent *jamais* naissance à des liqueurs actives, ce qui met en évidence la nécessité d'une anisotropie; 4° Il existe des liqueurs qui offrent ce dichroïsme sans champ magnétique; le champ de la pesanteur est suffisant pour orienter les cristaux au sein du liquide et produire la dissymétrie en question. Ce *dichroïsme spontané*, qui est présenté en particulier par l'acide borique associé au térébène, est soumis à la loi de l'indice. Les liqueurs constituées par la sidérose en suspension soit dans le sulfure de carbone, soit dans l'aniline, sont particulièrement sensibles au champ magnétique, à tel point qu'il suffit d'un petit barreau aimanté tenu à la main pour manifester le phénomène, lequel peut d'ailleurs être projeté dans ces conditions. — M. **Ch. Féry** : *La mesure précise du grossissement vrai des instruments d'optique.* Il existe plusieurs définitions du grossissement des instruments d'optique composés. En réalité, le bénéfice tiré d'un instrument consiste dans le fait que l'image rétinienne est plus grande avec cet instrument qu'à l'œil nu. C'est le rapport entre les dimensions des images rétiniennes dans les deux cas qui doit être considéré comme représentant le grossissement *vrai*. L'auteur fait remarquer que, si une mire est pratiquement à l'infini, ce rapport est indépendant du foyer, qui peut alors être remplacé par une chambre noire ordinaire. La chambre est mise d'abord au point sur la mire; on mesure les dimensions de l'image sur le verre dépoli. On interpose ensuite l'instrument devant l'objectif et, *sans changer* le tirage de la chambre, on met au point par le tirage de l'instrument; on mesure la nouvelle dimension de l'image. Le rapport est le grossissement dont bénéficierait un œil *infiniment presbyte*. Cette méthode est absolument générale et s'applique aussi bien aux jumelles et appareils sans anneau oculaire. La méthode photographique peut donner une précision très grande par la facilité des mesures sur le cliché; mais, dans ce cas, il est bon d'interposer un verre jaune et d'employer une plaque orthochromatique annulant les effets de diffusion des rayons ultra-violets par l'air humide. De plus, on n'aura pas, en employant cette précaution, à se préoccuper des défauts d'achromatisme des instruments mesurés.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE FRANCE

Séance du 26 Novembre 1909.

M. Binet du Jassonneix communique les premiers résultats de ses recherches sur les propriétés magnétiques des alliages du fer, du cobalt, du nickel et du manganèse avec le bore, et sur la variation de ces propriétés avec la température. A propos de cette communication, **M. Ducru** fait remarquer que, longtemps avant MM. Moissan et Charpy, le colonel Caron avait signalé le déplacement du carbone par le bore dans les fontes. — M. **Darmois** expose les résultats de ses recherches sur les essences de térébenthine. Après avoir fait remarquer que le pouvoir rotatoire d'un corps actif pour une radiation déterminée n'est pas caractéristique, il montre que la *dispersion rotatoire* est conservée dans un mélange des deux antipodes optiques; elle peut donc servir à caractériser le corps actif. L'étude des courbes de dispersion rotatoire des fractions obtenues en distillant une essence quelconque permet d'affirmer que la portion 155-163° contient *deux corps et deux seulement*. Le corps à forte dispersion est le pinène. Le corps à faible dispersion, il s'y lévogyre, est le même dans toutes les essences; il se en trouve en quantité notable. (L'essence française renferme environ 40 %.) Le pinène est cristallisable; il est possible de le purifier par congélation, fractionnée; le pouvoir rotatoire et surtout la *vitesse de cristallisation* servent de critérium de pureté. L'essence de pin d'Alep est celle qui fournit le pinène le plus pur.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

Séance du 11 Novembre 1909.

MM. G. A. Buckmaster et **J. A. Gardner** communiquent leurs recherches sur *la présence supposée d'oxyde de carbone dans le sang normal et dans le sang des animaux anesthésiés avec le chloroforme*. En 1898, Desgrez et Nicloux ont indiqué que le sang normal des chiens de Paris contient environ 1,6 centimètre cube de CO par litre, quantité qui s'élève à 2,5-6,0 centimètres cubes durant l'anesthésie chloroformique; ils détermi-

naient CO en faisant passer les gaz du sang sur I^2O^5 chauffé à 150° C. et mesurant l'iode mis en liberté par la méthode de Rabourdin. Les auteurs ont repris l'étude de cette question en déterminant CO par la méthode de Haldane avec le sang dilué, après s'être assurés qu'on peut ainsi déceler des quantités de gaz bien plus faibles que celles qui ont été observées dans le sang normal par les deux savants français. Ils ont reconnu que ni le sang du chat normal, ni le sang du chat anesthésié par le chloroforme ne renferment une trace décelable d'oxyde de carbone. Ils ont trouvé également que la plus grande partie du chloroforme du sang se dégage avec les gaz extraits à 40° C. Ils estiment que l'iode libéré dans les expériences de Desgrez et Nicloux est dû, en partie, à la décomposition directe de I^2O^5 par le chloroforme en vapeur existant dans les gaz du sang, et surtout au CO produit par l'action de ce chloroforme sur KOH solide que traversent les gaz du sang pour se débarrasser de CO^2. — MM. **G. W. Ellis** et **J. A. Gardner** : *L'origine et la destinée du cholestérol dans l'organisme animal. VI : L'excrétion du cholestérol par le chat.* Les auteurs ont déterminé la teneur en cholestérol des fèces de chats soumis à divers régimes — végétaux et animaux — à teneur connue en cholestérol. La tendance à convertir le cholestérol en coprostérol est plus grande que chez le chien. Le total du cholestérol et du coprostérol excrétés est moindre que la quantité ingérée avec la nourriture; le déficit moyen est de 50 à 60 °/o, sans considérer le cholestérol versé dans l'intestin par la bile. — M. **H. C. Ross** a étudié *la vacuolation des plaquettes du sang.* Il a reconnu que la vacuolation des plaquettes du sang peut être produite expérimentalement par l'action d'un poison comme la morphine; elle est due à un abaissement du coefficient de diffusion, coïncidant avec l'approche graduelle de la mort. L'auteur en conclut que les plaquettes du sang sont des cellules, en l'espèce des fragments de leucocytes. — MM. **H. G. Plimmer** et **W. B. Fry** communiquent la suite de leurs *expériences sur le traitement expérimental des trypanosomiases.* L'antimonyltartrate de lithium, administré au rat en injections sous-cutanées, paraît produire une guérison complète; les animaux ne meurent pas de maladie et, quand on les sacrifie à diverses époques, on ne trouve aucun trypanosome dans le sang ou les organes. L'antimonyltartrate n'a pas d'action préventive. Les antimonyllactates de Na ou de Na et Ca agissent moins rapidement. L'antimoine à l'état de division très fine, suspendu dans un milieu huileux, provoque également une disparition rapide des trypanosomes du sang. L'arsénophénylglycine donne aussi de bons résultats, mais moins rapides qu'avec les substances précédentes. Enfin les auteurs ont étudié l'action de ces diverses substances sur les trypanosomes *in vitro*; elle se range dans le même ordre que l'action *in vivo*. — M. **H. B. Fantham** et Mlle **A. Porter** : *Les modes de division du* Spirochæta recurrentis *et du* S. Duttoni *dans les organismes vivants.* Les auteurs ont observé chez les Spirochètes à la fois la division longitudinale et la division transverse. Chez les *S. recurrentis* et *S. Duttoni*, la division longitudinale s'observe le mieux quand il y a peu d'organismes dans le sang, à l'origine et à la fin de l'infection. Le corps est agité par des ondulations rapides; à une extrémité se produit une fente, qui s'élargit graduellement. Des ondulations traversent les deux formes filles divergentes, qui arrivent à se trouver à 180° l'une de l'autre et se séparent ensuite. La division transverse est causée par des ondes qui vont des deux extrémités vers le centre de l'organisme (celui-ci agissant comme un nœud), puis retournent aux extrémités; la fréquence des ondes augmente et bientôt la division a lieu au nœud. La division transverse a lieu surtout pendant la période aiguë de la maladie. Il y a cependant des périodes où les deux formes de division apparaissent ensemble. Les observations relatives à la périodicité ont été faites sur le sang périphérique de l'hôte.

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE DE LONDRES

Séance du 26 Novembre 1909.

M. **J. W. Nicholson** a déterminé *la résistance et l'inductance effective d'une bobine hélicoïdale* de grande longueur, composée de fil mince enroulé sur un cylindre dont le rayon est large par rapport à celui du fil. Par le moyen des coordonnées hélicoïdales, l'auteur obtient une solution, pour les forces internes et externes correspondant à une f.é.m. donnée, sous forme d'une série de Fourier dont il suffit de calculer les premiers termes. On en déduit la valeur du courant effectif à travers une section quelconque, et de là l'inductance et la résistance. Les résultats sont d'un caractère simple et peuvent s'exprimer en termes des fonctions *ber* et *bei* de Lord Kelvin. — M. **W. A. Scoble** a étudié *les matériaux ductiles sous des tensions combinées.* Les essais, qui ont porté sur des barreaux d'acier doux et des tubes d'acier et de cuivre soumis à la flexion et à la torsion, montrent que les lois de la tension maximum et de la déformation maximum ne s'appliquent pas aux matériaux ductiles. La loi de la différence de tension ou de la tension de cisaillement est approximativement exacte, tout en présentant quelques déviations. Si P^1 est la plus grande tension, et P^3 la moindre, on devrait avoir $P^1 - P^3 =$ constante; en réalité, on a $P^1 - m\,P^3 =$ constante, où m, déduit des essais de flexion, est égal suivant les cas à 1,57, 1,37 et 1,26. Il semble que m dépende surtout de la ductilité de la substance considérée et un peu du système de charge. — MM. **W. Makower** et **S. Russ** ont reconnu que, dans la transformation du radium B en radium C, ce dernier rebondit dans une direction opposée à celle de l'émission des rayons β. Le radium C n'est pas émis par une plaque active également dans toutes les directions; une plus grande quantité est émise normalement à la plaque. La moitié du radium C projeté par une plaque est arrêtée par une couche d'air de 2,5 centimètres à une pression de 0,04 millimètre. Le rebondissement est donc considérablement moins actif qu'avec le radium A, où il s'accompagne de l'émission d'une particule α. — M. **C. V. Burton** estime que, malgré le principe de relativité, il est théoriquement possible de déterminer le mouvement du système solaire par rapport à l'éther d'après l'observation des éclipses des satellites de Jupiter. Il indique une méthode permettant de calculer les valeurs probables des composantes de la vitesse du Soleil par rapport à l'éther.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Séance du 18 Novembre 1909.

MM. **M. Barrowcliff** et **F. Tutin** ont cherché à résoudre la tropine et la ψ-tropine par cristallisation fractionnée de leurs sels avec certains acides optiquement actifs; ils ont reconnu que ces deux bases sont intérieurement compensées et que leur isomérie provient, comme le pensait Willstaetter, des positions relatives dans l'espace des groupes hydroxyle et méthylique. L'atropine a été résolue au moyen de son *d*-camphosulfonate; les sels des deux hyoscyamines stéréoisomères ont pour $[\alpha]_D$ la valeur $\pm 32°,1$. — M. **W. C. McC. Lewis** a poursuivi ses expériences destinées à vérifier expérimentalement l'expression de Gibbs pour l'adsorption; ses recherches ont porté sur l'aniline, la caféine, le sulfate mercurique et le glycocholate de sodium. — M. **A. J. Allmand** a constaté que les systèmes d'électrodes contenant Cu, $Cu(OH)^2$ et un alcali sont instables, par suite de la formation de Cu^2O. Les systèmes suivants sont stables : *a*) Cu | Cu^2O alcali; *b*) Pt $\left|\begin{matrix} Cu(OH)^2 \\ Cu^2O \end{matrix}\right.$ alcali. L'auteur a mesuré les différences de potentiel de ces systèmes et en a déduit les produits de solubilité de $Cu(OH)^2$ et Cu^2O, la pression de dissociation de Cu^2O à la température ordinaire et la température à laquelle Cu^2O se dissocie quand il est chauffé dans

l'air : les nombres concordent avec ceux qui sont calculés d'autre manière. — Mlle **I. Smedley**, en faisant réagir des proportions équimoléculaires de Br et de benzylidène-acétophénone en solution chloroformique, a obtenu des cristaux de dibromure, F. 157°-158° (rendement 70 à 80 %) ; en concentrant davantage la solution, il se dépose des aiguilles blanches, F. 113°, d'un dibromure isomère. Ce dernier, chauffé à 180°, refroidi, dissous dans l'alcool et recristallisé, donne le corps fondant à 157°-158°. — MM. **F. B. Power** et **Ch. W. Moore** ont extrait du fruit de l'*Echallium elaterium*, à côté d'un ferment hydrolysant les β-glucosides, un hydrocarbure F. 68°, un phytostérol $C^{27}H^{46}O$, F. 148°, une substance $C^{23}H^{38}O^2(OH)^2$, voisine de l'ipuranol, un mélange d'acides gras, et la prétendue élatérine, dont le constituant lévogyre est nommé α-élatérine, et le constituant dextrogyre, physiologiquement actif, est nommé β-élatérine, enfin du glucose. — M. **J. C. Cain** a obtenu le 3-nitrodurène $C^6H(CH^3)^4AzO^2$ en diazotant le 3-nitro-6-aminodurène en solution alcoolique et faisant bouillir jusqu'à ce qu'il ne dégage plusd'Az. Il se cristallise en cristaux incolores, F. 76°. — M. **B. Flurscheim** expose une hypothèse d'après laquelle la masse atomique est entourée par une couche ou enveloppe d'éther, dans laquelle, par l'action des électrons libres à l'intérieur de l'atome, la forme d'énergie appelée affinité chimique est induite de la même façon que le magnétisme moléculaire par les courants d'Ampère. L'affinité ainsi induite varie, pour les différents atomes, à la fois en qualité et en quantité. Sa quantité dépend de la capacité de l'enveloppe d'éther, qui est proportionnelle à la surface de l'atome non combiné et non comprimé ; sa qualité est une fonction des charges électriques dans l'atome. Si ce dernier contient des quantités égales de charges négatives et positives, aucune affinité n'est induite (gaz inertes) ; si les charges positives ou négatives sont en excès, l'affinité induite prend une polarité correspondante. L'auteur développe longuement les conséquences de cette hypothèse. — MM. **W. H. Perkin jun.**, **R. Robinson** et **F. Thomas** ont fait la synthèse de l'acide cotarnique en partant de la 5 : 6-méthylènedioxy-1-hydrindone. — MM. **P. F. Frankland** et **F. Barrow** ont préparé les formyl-, acétyl-, propionyl- et *n*-butyryl-bornylamines et ont déterminé leur pouvoir rotatoire dans l'alcool méthylique et éthylique, l'acide acétique glacial et la pyridine. Ils ont ensuite préparé les benzoyl-, *o*-, *m*- et *p*-toluyl-, *o*-, *m*- et *p*-nitrobenzoylbornylamines et mesuré leur pouvoir rotatoire dans les mêmes dissolvants. — Mlle **M. E. Dobson**, MM. **J. Ferns** et **W. H. Perkin jun.** ont constaté que le pentane-αδδε-tétracarboxylate d'éthyle réagit avec Na pour former le cyclohexanone-3 : 6-dicarboxylate d'éthyle, qui, par hydrolyse et élimination de CO^2, donne l'acide cyclohexanone-3-carboxylique, F. 73°-75°.

SOCIÉTÉ ALLEMANDE DE PHYSIQUE

Communications reçues pendant les vacances (suite).

M. H. Finger : *L'influence du milieu sur les raies des spectres d'étincelles.* L'auteur a étudié, sur le conseil du Professeur Konen, les variations que subissent, au passage de l' « étincelle à l'air » à l' « étincelle en milieu liquide », les spectres de la plupart des éléments qui se prêtent à une investigation pareille. Le seul liquide employé est l'eau qui, sans offrir de décomposition gênante, présente la perméabilité nécessaire pour l'étude sur l'ultra-violet. Le fait le plus frappant, c'est que le spectre de l'air, qui invariablement accompagne l'étincelle à l'air, fait défaut dans l'étincelle passant en milieu liquide. Par contre, l'on observe, dans ce dernier cas, un spectre continu plus ou moins étendu, dont le maximum, de position différente suivant les éléments, peut s'étendre jusqu'à l'extrême ultra-violet. A côté de ce spectre continu, il se produit, chez certains éléments, le spectre renversé de la vapeur d'eau. D'autre part, les raies du spectre d'étincelles ordinaire se trouvent affectées de différentes manières. Dans aucun des spectres étudiés, l'on n'observe la moindre trace de raies d'hydrogène ou d'oxygène, ni de celles, toujours présentes, des sels dissous dans l'eau. Quant aux modifications des raies régulièrement disposées, on peut affirmer que les raies appartenant à des séries se comportent d'une façon identique par rapport aux modifications qui concernent l'étincelle produite en milieu liquide. D'une façon générale, on peut dire que le processus prend un caractère plus disruptif lors de l'immersion (éliminant l'air) de l'étincelle dans l'eau. Il se produit une décomposition du liquide aussi bien que des électrodes, le premier étant décomposé en H et O et partiellement vaporisé, tandis que ces dernières subissent une pulvérisation variable suivant leur nature, en même temps que se forment des solutions colloïdales et que, chez certains éléments au moins, des processus chimiques, tels que l'oxydation, ont lieu. Il est difficile de se rendre un compte exact de la production du spectre continu et des inversions qu'il détermine. Il est possible que ce soit l'hydrogène et l'oxygène qui, aux pressions élevées de l'étincelle et aux grandes densités de courant, émettent la lumière continue. — M. **H. Zahn** : *Perméabilité du fer aux vibrations rapides.* Les expériences entreprises, sur le conseil de l'auteur, par M. Ganzlin, ont fait voir que la perméabilité s'accroît rapidement avec l'intensité du champ dans le cas des champs faibles, avec une aimantation constante aussi bien qu'avec les vibrations rapides ; après avoir atteint un maximum, elle diminue lentement. — M. **F. Plogmeyer** : *Sur la formation des surfaces solides dans les liquides colloïdaux et les phénomènes photo-électriques auxquels elles donnent lieu.* Comme M. Rohde l'a fait voir en 1906, les variations de la sensibilité photo-électrique des solutions aqueuses de fuchsine ou de violet méthylique sont dues à la formation d'une couche superficielle solide se composant de pigment solide. Les expériences de l'auteur font voir que la formation de la couche superficielle chez les pigments d'aniline est presque indépendante de la nature chimique du gaz en contact avec la surface. On doit donc écarter l'hypothèse que ce phénomène serait dû à la formation, sous l'influence de l'oxygène, d'une nouvelle matière, difficilement soluble. Toutes les influences favorables à la vaporisation accélèrent aussi, bien qu'à un moindre degré, la formation de la couche superficielle. Les colloïdes inorganiques présentent une allure essentiellement identique aux pigments d'aniline ; la membrane qui, dans les deux cas, finit par se former est photo-électrique dans le cas où le corps solide serait également photo-électrique. Les électrolytes accélèrent la formation de la membrane, qui, d'autre part, n'est pas toujours parallèle à la susceptibilité photo-électrique. La formation de la membrane est liée, dans tous les cas, à la nature colloïdale du liquide. — M. **G. Franck** : *La mobilité des ions des atomes radio-actifs résiduels et la masse de l'ion gazeux.* Malgré les nombreuses recherches consacrées, dans ces dernières années, aux ions gazeux, on n'a pas encore pu résoudre la question relative à la nature simple ou complexe de ces ions. Des investigations antérieures, il semblait résulter que la masse de la molécule primairement ionisatrice n'exercerait que peu d'influence sur la mobilité des ions, la masse des molécules d'air étant à celle des atomes radio-actifs en question à peu près comme 1 est à 7. C'est pour vérifier cette façon de voir que l'auteur étudie les ions radio-actifs dans l'air, l'hydrogène et l'azote. Comme la masse des molécules d'hydrogène est à l'atome radio-actif comme 1 est à 100, une influence possible de la masse de l'ion devait se faire sentir infailliblement dans le cas de ce gaz. Or, une ionisation superficielle approximativement unipolaire, à ions radio-actifs, se réalise facilement en utilisant les atomes résiduels découverts par M. Hahn[1] et

[1] O. Hahn : *Phys. Zeitschr.*, t. X, p. 31-88, 1909 ; O. Hahn et L. Meitner : *Verh. Phys. Ges.*, t. XI, p. 55, 1909.

Mlle L. Meitner. L'auteur utilise un produit de radiothorium se trouvant à l'état d'équilibre vis-à-vis de son émanation, etc. L'une des plaques d'un condensateur (celle qui est chargée négativement) est exposée à l'air rempli d'émanation, de façon que les thoriums A, B, C se précipitent sur elle. Le produit ainsi obtenu, dont l'activité s'évanouit en 10,6 heures, donne, par choc en retour, les ions radio-actifs à charge positive du thorium D (d'une constante de trois minutes), et c'est sur ces ions que l'auteur fait les mesures, consistant simplement à déterminer le potentiel de courant alternatif auquel la plaque supérieure commence tout juste à être frappée par les ions radio-actifs, c'est-à-dire à devenir active à son tour. Les résultats de ces expériences font voir que les mobilités ioniques des atomes résiduels, c'est-à-dire des atomes positivement chargés de thorium D dans l'air, l'azote et l'hydrogène, sont identiques, aux erreurs expérimentales près, à la mobilité des ions positifs du gaz environnant. Comme, dans le cas de l'hydrogène, le poids moléculaire du gaz environnant est de 2 et celui du thorium D de 208, la mobilité ionique est donc indépendante, entre ces limites au moins, de la masse de la molécule dissociée. Au point de vue de l'ancienne théorie, l'ion H^2 serait composé de vingt molécules au minimum. D'autre part, la théorie de M. Wellisch se trouve en désaccord immédiat avec les résultats de l'expérience. Lorsque enfin, d'après les vues de Sutherland, l'on considère l'ion gazeux comme consistant en un atome chargé, on reconnaît que la masse de l'ion radio-actif dans H^2 doit être 204 fois plus grande. Le résultat démontrant l'identité de mobilité des deux n'infirme point cette théorie, la masse de l'ion n'entrant que pour une part peu importante dans les équations de Sutherland. Dans un travail ultérieur, l'auteur se propose de discuter plus en détail les développements et déductions de cette théorie. — **M. J. Schubert** : *Sur les différences entre l'état de l'air de montagne et celui de l'atmosphère libre.* L'étude simultanée de la température et du point de rosée représente et explique parfaitement les différences qui existent, quant à la température et à l'humidité, entre l'air de montagne et les couches d'altitude égale de l'atmosphère libre. L'auteur déduit cette loi approximative très simple que, dans la montagne, le point de rosée moyen décroît de 0°,5 par 100 mètres. D'autre part, le point de rosée de l'air ascendant décroît, à l'état sec, de 0°,17 par 100 mètres d'élévation. Les phénomènes que présente l'atmosphère de montagne s'expliquent en admettant que l'air à 1.000 mètres d'altitude a été apporté par le vent de 870 mètres d'altitude ; à 2.000 mètres, de 1640 ; à 3.000 mètres, de 2.200 mètres d'altitude, de l'atmosphère libre. Les récentes recherches ont, en effet, fait voir que l'atmosphère présente une tendance à former des couches qui interrompent le jeu des courants ascendants et descendants. Là où la montée de l'air est empêchée, la diminution de température correspondant aux hauteurs croissantes se trouve réduite, de façon que les couches supérieures paraissent relativement chaudes ; elles paraissent aussi relativement sèches. Lorsque, cependant, l'air, arrivant latéralement sur les pentes des chaînes de montagnes, est poussé vers le haut, cette ascension forcée détermine une importante diminution de température, en même temps que de l'air plus humide s'élève vers des hauteurs plus grandes. Aussi l'air des sommets de montagnes devient-il frais et humide.

Alfred Gradenwitz.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE VIENNE

Séance du 4 Novembre 1909.

1° Sciences mathématiques. — **M. W. Trabert** a calculé la vitesse des ondes sismiques à diverses profondeurs au moyen des temps de parcours de Benndorf. La vitesse augmente d'abord rapidement jusqu'à une profondeur égale au cinquième du rayon terrestre, où elle est de 11,7 kilomètres à la seconde, puis elle augmente très lentement jusqu'à 12,8 kilomètres au centre de la Terre.

2° Sciences physiques. — **M. J. Hann** a étudié la météorologie du Pérou d'après les observations faites en diverses stations. En ce qui concerne la marche diurne de la pression atmosphérique, il a noté la décroissance régulière de l'amplitude de l'onde de pression semi-diurne avec la hauteur. La température moyenne annuelle au sommet du Misti (5.852 mètres) est de — 7°,9, ce qui, par rapport à Arequipa, fait une diminution de température avec la hauteur de 0°,63 par 100 mètres, nombre qui concorde bien avec ceux qu'on observe sous les tropiques. La marche diurne de la force du vent au sommet de Misti présente deux maxima et deux minima ; une diminution de pression barométrique correspond à une augmentation de la force du vent. — **M. J. Salpeter** a reconnu que la teneur de l'atmosphère en induction du radium peut s'abaisser de 20 % au-dessous de la valeur qui correspond à l'équilibre radio-actif avec l'émanation, sous l'influence du champ terrestre. — **M. C. Hillebrand** communique ses recherches sur la réflexion diffuse par les sources de lumière étendues et montre que le remplacement d'une surface lumineuse moyenne par un point lumineux n'est pas complètement justifié au point de vue de la quantité de lumière diffuse réfléchie. — **MM. S. Zeisel** et **M. Daniek** : Transformation de l'alcool isobutylique en aldéhyde α-méthylglycérique. — **MM. R. Wegscheider** et **E. Späth**, en ajoutant les anhydrides d'acides organiques aux aldéhydes en présence d'H^2SO^4, ont obtenu les diéthers d'hydrates d'aldéhydes. Ils ont ainsi préparé les diacétates des aldéhydes propionique, Eb. 184°-185°, et isobutyrique, Eb. 189°, les dibenzoates de l'acétaldéhyde, F. 70°-71°, et du chloral, F. 63°-65°, etc.

3° Sciences naturelles. — **MM. Th. Becker, P. Stein** et **Villeneuve** ont déterminé les Diptères rapportés du sud de l'Arabie et de l'île de Sokotra par divers explorateurs.

Erratum. — En reproduisant le texte de Nicole Oresme que la *Revue* a publié en son n° du 15 novembre dernier (pp. 866 seqq.), j'ai commis une faute de lecture ; j'ai constamment lu les mots *isvel*, *isvelleté*, *isvellement*, signifiant *rapide*, *vitesse*, *vite*, et je les ai rapprochés du mot français *svelte* ; j'aurais dû lire les mots *isnel*, *isnelleté*, *isnellment*, qui ont le même sens et rappellent le mot allemand *Schnell*. Je remercie M. Raveau qui a bien voulu me signaler cette erreur.

P. Duhem.

Erratum. — Dans la *Revue* du 30 novembre, page 898, 2e colonne, dans le petit tableau, lire : *étiquette* bleue, *étiquette* violette, au lieu de : étincelle bleue, étincelle violette.

Le Directeur-Gérant : Louis Olivier.

Paris. — L. Maretheux, imprimeur, 1, rue Cassette.

TABLE ANALYTIQUE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LE TOME XX DE LA REVUE GÉNÉRALE DES SCIENCES PURES ET APPLIQUÉES

(DU 15 JANVIER AU 30 DÉCEMBRE 1909)

I. — CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

Astronomie et Géodésie.

Baillaud (Jules). — La réunion du Comité international permanent de la carte du ciel 525
Brester (A.). — A propos de l'impossibilité des éruptions solaires 690
Devanlay (G.). — La précision des observations astronomiques 434
Moreux (Th.). — La variation des latitudes 2
— L'observation systématique des traînées météoriques persistantes 53
— Le diamètre de Mercure 345
La forme du Soleil 101
A la recherche de la planète transneptunienne 149
Le huitième satellite de Jupiter 201
Absorption de la lumière stellaire dans l'espace . . . 477
Nouveaux éléments de la comète de Halley 477
L'état actuel des travaux du nivellement général de la France 526
Le retour de la comète de Halley 830

Botanique et Agronomie.

Clerget (Pierre). — Le prix du blé dans divers pays depuis 1771 654
Gradenwitz (Alfred). — L'échauffement spontané des feuilles végétales vivantes 764
Lutz (L.). — Contribution à l'étude des céréales. Le blé, l'orge et le seigle à l'état sauvage 801
Rousset (H.). — La sélection de la betterave industrielle 243
La diffusion des engrais salins dans la terre 451
Les grains d'aleurone 348
Une nouvelle plante potagère : L'Ansérine amarante . 391
L'ivoire végétal ou corrozo 437
Relation entre la forme des feuilles et la consommation de lumière 481
La résistance des graines de légumineuses aux températures élevées 940
Les formations botaniques des maquis de la Corse . . 979

Chimie.

Bechhold (H.). — A propos de la filtration des solutions colloïdales 295
Clerget (Pierre). — L'industrie électro-chimique en Suisse 479
— Les industries chimiques en Italie 691
Demozay (E.). — L'analyse des aciers à l'aide des étincelles 728
Gradenwitz (A.). — L'analyse des aciers à l'aide des étincelles 655
Groud (Ch.). — Fabrication de la chaux sans installation spéciale 939
Janet (P.). — Le rendement des procédés de fabrication de la chaux azotée 5
Mond (Ludwig). — La volatilisation des métaux lourds par l'action du monoxyde de carbone et son application industrielle 763
Petit (P.). — L'azote assimilable des moûts et des bières 799
Rousset (H.). — A propos du service de la répression des fraudes 205
— Curieuse propriété des solutions cellulosiques . . 831
Saporta (A. de). — L'extracto-œnomètre et le disque extracto-œnométrique de M. Dujardin 728
Vignon (Léo). — Une théorie de la teinture 567
Les effets photographiques des métaux 5
L'action de l'émanation du radium sur l'eau 56
La nouvelle Table internationale des poids atomiques 102, 243, 979
Un nouveau produit du four électrique : le silundum . 150
Le VIIe Congrès international de Chimie appliquée . 202, 614
Le problème de la conservation de la matière 294
La production, sous l'action de la lumière, d'aldéhyde formique dans les corps albuminoïdes 390
Tables physico-chimiques annuelles 615
Le mécanisme de la dénitrification chez les bactéries dénitrifiantes indirectes 832
Traitement électrique des minerais titanifères 863
L'action de l'émanation du radium sur les éléments du groupe du carbone 899
Les variations de la valence des éléments avec le volume aux très hautes pressions 979

Distinctions et solennités scientifiques.

Gradenwitz (A.). — Le LXXXe Congrès des Naturalistes et Médecins allemands 103
Elections à l'Académie des Sciences de Paris . 1, 101, 149, 293, 525
Académie Royale des Sciences de Berlin 241
Bureau des Longitudes 241
Distinction à un savant français 345
Hommages à M. Metchnikoff 613
Election à l'Académie royale de Belgique 613
Le jubilé de Darwin à Cambridge 613
L'inauguration du monument de Brouardel 653
Hommage à Avogadro 653
Les Médailles de la Société Royale de Londres . . . 937

Electricité industrielle.

Clerget (P.). — Les chemins de fer électriques en Suisse 654
Estaunié (E.). — Le problème téléphonique actuel en France 55
Gradenwitz (A.). — L'emploi de l'électricité pour le dégel de la neige 4
Marchand (H.). — Expériences sur un haut-fourneau électrique en Suède 799
Mercadier (E.). — Le problème téléphonique actuel en France 55
Turpain (A.). — Le problème téléphonique en France . 201
La télégraphie sans fil appliquée à la navigation . . . 150
L'action du courant alternatif sur les lampes au tantale 202
La distribution de l'énergie électrique à bord des navires 347

Influence de la lumière du jour sur la portée des stations radio-télégraphiques 566
Expériences relatives à un nouveau générateur d'oscillations à haute fréquence 830

Enseignement, Universités et Sociétés.

Chaboseau-Napias (Mme L.). — L'Institut Pasteur de Tokyo 692
— La *Carnegie Institution* de Washington 900
Turpain (Albert). — A propos d'une candidature au Collège de France 7
Ecole coloniale d'Agriculture de Tunis 103
Personnel universitaire 152, 205, 729
Ecole Polytechnique 205
La Société de Chimie physique 479
La Société de secours des Amis des Sciences 615

Géographie et Colonisation.

Caustier (E.). — Le développement économique de la République Argentine 204
Clerget (Pierre). — Les récents progrès de la navigation sur le Rhin supérieur 392
— L'exode montagneux en France 569
— L'essor économique du Dahomey 765
Regelsperger (Gustave). — La Mission forestière Aug. Chevalier en Afrique occidentale 5
— L'exploration du Dr Sven Hedin au Tibet 296
— L'Expédition antarctique du lieutenant Shackleton 348
La culture du coton en Asie-Mineure 244
L'Institut de Biologie agricole d'Amani (Afrique orientale allemande) 864
La carte internationale du monde au millionième . . 981

Géologie et Paléontologie.

Lemoine (Paul). — Les publications du Service géologique de l'Indo-Chine 390
— L'origine tectonique des tremblements de terre de Provence et d'Italie 940
Rousset (H.). — Le Service des Mines en Indo-Chine. 481

Mathématiques.

La théorie des équations intégrales 798
La Société mathématique de Calcutta 977

Mécanique et Génie civil.

Chaboseau (A.). — Le voyage du *Clermont* 862
Clerget (Pierre). — L'état actuel de la batellerie en France 54
— L'Industrie minérale et la production métallurgique de la France en 1906 et 1907 151
— Les progrès de la circulation urbaine 204
— L'état actuel des chemins de fer français 345
Les navires à propulsion électrique 3
A propos du vol des oiseaux 54
Une revision des lois fondamentales de la matière et de l'énergie 102
Le transport du pétrole 102
Le prochain Congrès de l'Association internationale pour l'essai des matériaux 435
Un appareil à miroir pour mesurer les variations élastiques de longueur 478
Exposition internationale de locomotion aérienne . . 478
La transformation de l'énergie solaire en puissance mécanique 528
Le Laboratoire d'Essais du Conservatoire national des Arts et Métiers 761
Congrès international des Mines, de la Métallurgie, de la Mécanique et de la Géologie appliquées 937

Météorologie et Physique du Globe.

Devanlay (G.). — Les marées de l'écorce terrestre . . 244
Observations, en ballon libre, de la radio-activité atmosphérique 449
Le Service météorologique de l'Exposition aéronautique de Francfort 761

Nécrologie.

Arthus (M.). — Le Professeur Th. W. Engelmann . . . 566
Baillaud (B.). — Simon Newcomb 725
Caullery (M.). — Anton Dohrn 829
Deniker (J.). — E. T. Hamy 1
Haller (A.). — Georges Arth 689
— L. Bouveault 797
Lemoult (P.). — Julius Thomsen 434
Petit (P.). — Emile Christian Hansen 862
Sérieux (P.). — Cesare Lombroso 887
Weiss (P.). — Walther Ritz 861
Ernest Besnier 477
Henri de Parville 633

Physique.

Aubel (Edm. van). — Sur le sens des courants thermo-électriques 977
Becquerel (H.). — A propos de la filtration des solutions colloïdales 295
Gradenwitz (A.). — La première solution réelle du problème de la télévision 727
Sur les gaz formés dans les tubes à décharge 3
L'actinium C, nouveau produit éphémère de l'actinium 4
La charge spécifique des ions émis par les corps chauffés 54
Recherches diélectriques sur le mica 55
La contraction de volume et le pouvoir de réfraction. 201
Une balance voltamétrique 242
Résistances photo-électriques pour la transmission télégraphique des photographies et documents graphiques 294
Le problème de la conservation de la matière 294
Les rayonnements métalliques 346
Aimants permanents en cuivre sensiblement pur . . 347
La théorie des serres 389
Les chaleurs spécifiques des solutions 389
La vitesse de propagation des rayons acoustiques à courte longueur d'onde 436
La décharge d'électricité à partir du charbon incandescent 436
Les rayonnements des huiles siccatives 478
L'unification des unités lumineuses 529
Les propriétés électriques et optiques du sélénium métallique 566
Une nouvelle méthode de recherche de la chlorophylle, avec application possible aux corps du système planétaire 614
La Thermodynamique des mélanges de solutions binaires et homogènes 654
Les limites de sensibilité des piles thermo électriques. 762
L'amortissement des ondes du mercure 798
La conductibilité spontanée de la vapeur non lumineuse de sodium 798
Comité international des Tables annuelles physico-chimiques 832
L'échelle des longueurs d'onde 862
Photographie d'éclairs ou d'étincelles 898
Les vitesses initiales des électrons engendrés par la lumière ultra-violette 898
La radio-activité de la matière ordinaire 937
Une expérience d'électricité 938

Sciences médicales.

Chaboseau-Napias (Louise). — L'Institut Pasteur de Tokyo 692
Gradenwitz (Alf.). — Le rappel à la vie, en cas de mort apparente, à l'aide des courants électriques. 802
Olivier (Louis). — L'abstention des médecins roumains au Congrès international de Médecine de Budapest 565
Les dangers du ferrosilicium 103
La stérilisation de l'eau et des liquides par les rayons ultra-violets 244
La distribution de la longévité en Angleterre et dans le Pays de Galles 568
Un nouveau procédé de radiothérapie 764
Rachianesthésie générale 864
Les loges de concierge et les chambres de domestiques au point de vue de l'hygiène 941
Transmission expérimentale de la paralysie infantile au singe 981

Zoologie, Anatomie et Physiologie.

Dunikir (J.). — La découverte de deux squelettes néanderthaloïdes dans le bassin de la Dordogne . 56
— Le plus vieil ossement humain 613
La protection du castor du Rhône 152
Sur le centre de la polypnée 203
L'alimentation du paysan finlandais 204
L'examen, à l'aide du galvanomètre à corde, des courants du nerf vague 295
Un troisième ton du cœur 391
Sur le diabète pancréatique 437
Les Jardins zoologiques à l'étranger 481
La perception des signaux de chemins de fer 529
La production du suc pancréatique sous l'influence de la sécrétine 729
Appareil thyroïdien et sels de calcium 833
De la fréquence des pulsations cardiaques chez la souris 863
L'effet de la lumière sur les matières colorantes du sang et les corpuscules rouges 899
La fourmi rouge de Ceylan 940
Le VIIIe Congrès international de Zoologie 980
Le mosquero 980

Sciences diverses.

Cellroet (P.). — Le mouvement de la population française en 1908 616
Souscription internationale pour l'érection d'un monument à E.-J. Marey 57

II. — ARTICLES ORIGINAUX

Astronomie, Météorologie et Physique du Globe.

Brester (A.). — L'hypothèse des éruptions solaires . . 495
Brunhes (Bernard). — L'évolution des dépressions barométriques et les règles de prévision de M. Guilbert 393
Duhem (P.). — Un précurseur français de Copernic : Nicole Oresme (1377) 866
Moreux (Abbé Th.). — La climatologie de la Planète Mars 68
Nordmann (Ch.). — Les idées nouvelles sur les vitesses relatives des diverses vibrations lumineuses dans l'éther intersidéral 350
Siedeg (Aug.). — L'inscription instrumentale des séismes et la Physique du Globe. 1re partie : L'enregistrement des tremblements de terre 58
— 2e partie : Les causes des tremblements de terre . 117
Teisserenc de Bort (L.). — L'étude de la Météorologie intertropicale par les sondages aériens 834

Botanique et Agronomie.

Magrou (E.). — Le problème du geotropisme et la théorie des statolithes 215
Zolla (D.). — Revue annuelle d'Agronomie 631

Chimie.

Béhal (A.). — L'œuvre de la Chimie contre l'œuvre de la Nature 912
Dony-Hénault (Octave). — Oxydases et diastases . . 948
Escard (Jean). — Les alliages industriels du chrome . 662
Gaubert (P.). — Les recherches récentes de M. van t'Hoff sur les dépôts océaniques 814
Gradenwitz (Alf.). — La production artificielle du diamant 701
Hugounenq (L.). — L'hydrolyse fluorhydrique et la constitution des matières albuminoïdes 839
Lambling (E.). — Revue annuelle de Chimie physiologique. 1re partie : Les principes immédiats organiques 128
— 2e partie : Digestion, sang, échanges nutritifs . . 175
Mailhe (A.). — Revue annuelle de Chimie minérale . 548
Marchand (H.). — Les expériences récentes sur le traitement électro-thermique des minerais de fer. 443
Morel (A.). — L'hydrolyse fluorhydrique et la constitution des matières albuminoïdes 839
Tammann (G.). — Recherches métallographiques effectuées à l'Institut de Chimie minérale de Göttingen 407

Chirurgie, Médecine, Hygiène.

Létienne (A.). — Revue annuelle de Médecine 367
Roubaud (E.). — Le rôle des Glossines dans la transmission des trypanosomiases 955
Trousseau (A.). — La prévention de la cécité en France 502
Wickham (Louis). — L'action thérapeutique du radium sur le cancer 902

Géographie et Colonisation.

Clerget (Pierre). — La navigabilité du Rhône 541
Olivier (Louis). — La récente croisière de la *Revue générale des Sciences* en Turquie, Roumanie, Crimée et Bulgarie (septembre octobre 1909) . . . 985

Géologie, Minéralogie et Paléontologie.

Bertrand (Léon). — Le rôle des nappes de charriage dans la structure des Alpes occidentales et orientales 153
Geikie (Sir Archibald). — Darwin géologue 730
Glangeaud (Ph.). — Albert Gaudry et l'évolution du monde animal 245
Jourdy (Général). — La loi de position en Géologie . 624
Lacroix (A.). — L'éruption de l'Etna en Avril-Mai 1908. 1re partie : Les phénomènes éruptifs 298
— 2e partie : Les produits de l'éruption 363
Révil (J.). — Revue annuelle de Géologie. 1re partie . 414
— 2e partie 452

Mathématiques.

Borel (Emile). — La théorie des ensembles et les progrès récents de la théorie des fonctions 315
Poincaré (H.). — Sully-Prudhomme mathématicien . 657

Mécanique et Génie civil.

Cunningham (James P.). — L'embarquement du charbon à la mer 26
Houssay (Frédéric). — Carènes et poissons. Stabilisation par les nageoires 617
— Nouvelles expériences sur la forme et la stabilité des poissons 943
Lecornu (L.). — Revue de Mécanique appliquée . . . 30
Picard (Emile). — Rapport sur le prix Osiris à décerner en 1909 570
Renard (Commandant Paul). — La résistance de l'air et les expériences de M. G. Eiffel 78

Nécrologie.

Glangeaud (Ph.). — Albert Gaudry et l'évolution du monde animal 245
Janet (Paul). — La vie et les œuvres de E. Mascart . . 574

Physiologie.

Bonnier (Pierre). — Les idées actuelles sur l'audition. 324
Fredericq (Léon). — Revue annuelle de Physiologie. 1re partie : Généralités 703
— 2e partie : Circulation, respiration, systèmes nerveux et musculaire 743
Girard (Pierre). — L'Electrisation de contact en Biologie 694
Morat (J.-P.). — La loi de Magendie. Le temps physiologique 669
Nolf (P.). — La coagulation du sang 594
Romme (R.). — L'anaphylaxie 530
Solvay (Ernest). — Physico-Chimie et Psychologie. . 982

Physique.

Claude (G.). — L'oxygène industriel 923
Cotton (A.). — La publication des œuvres de Pierre Curie 438
Janet (Paul). — La vie et les œuvres de E. Mascart. 575
Lamotte (Marcel). — Expériences aux basses températures 808
— Thermométrie et calorimétrie aux températures très basses 873
Lorentz (H.-A.). — Le partage de l'énergie entre la matière pondérable et l'éther 14
Marchand (H.). — Les progrès récents de la télégraphie et de la téléphonie sans fil. 732
Marchis (L.). — Le premier Congrès international du froid 206
Mathias (E.). — Recherches sur le magnétisme terrestre 482
Pécheux (H.). — Résistivité et thermo-électricité des nickels et de leurs alliages usuels. Applications industrielles 777
Ritz (W.). — Les spectres de lignes et la constitution des atomes 171

Sciences diverses.

Cotton (A.). — Les progrès de l'Esperanto. 223

Zoologie et Anatomie.

Bouvier (E.-L.). — Les Crustacés marins comestibles. 803
Caullery (M.). — Revue annuelle de Zoologie. 1re partie : Zoologie générale 845
— 2e partie : Zoologie spéciale 877
Cuénot (L.). — Le peuplement des places vides dans la Nature et l'origine des adaptations 8
Gravier (Ch.). — Les récentes recherches océanographiques en Norvège. 84
Guieysse Pellissier (A.). — Les différenciations protoplasmiques et l'activité cellulaire 766
Houssay (Frédéric). — Carènes et poissons. Stabilisation par les nageoires 617
— Nouvelles expériences sur la forme et la stabilité des poissons 943
Laguesse (E.). — Revue annuelle d'Anatomie 1001
Loisel (Gustave). — Revue annuelle d'Embryologie. . 266
Mesnil (F.). — Revue annuelle de Zoologie. 1re partie : Zoologie générale. 845
— 2e partie : Zoologie spéciale 877
Minkiewicz (Romuald). — L'instinct de déguisement et le choix des couleurs chez les Crustacés 106
Roubaud (E.). — La biologie et l'histoire des Mouches Tsé-Tsé 916
— Le rôle des Glossines dans la transmission des trypanosomiases 956

Revues annuelles.

Caullery (M.). — Revue annuelle de Zoologie . . 845, 877
Fredericq (Léon). — Revue annuelle de Physiologie. 1re partie : Généralités 703
— 2e partie : Circulation, respiration, systèmes nerveux et musculaire 743
Laguesse (E.). — Revue annuelle d'Anatomie. 1001
Lambling (E.). — Revue annuelle de Chimie physiologique. 1re partie : Les principes immédiats organiques 128
— 2e partie : Digestion, sang, échanges nutritifs . . 175
Lecornu (L.). — Revue de Mécanique appliquée . . . 30
Létienne (A.). — Revue annuelle de Médecine 367
Loisel (G.). — Revue annuelle d'Embryologie 267
Mailhe (A.). — Revue annuelle de Chimie minérale . 348
Mesnil (M.). — Revue annuelle de Zoologie . . . 845, 877
Révil (J.). — Revue annuelle de Géologie. 1re partie . 414
— 2e partie 452
Zolla (D.). — Revue annuelle d'Agronomie 641

III. — BIBLIOGRAPHIE

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES

Mathématiques.

Adhémar (R. d'). — Exercices et leçons d'Analyse. . . 376
— L'équation de Fredholm et les problèmes de Dirichlet et de Neumann. 1016
Autonne (Léon). — Sur les groupes de matrices linéaires non invertibles 820
Baire (René). — Leçons sur les Théories générales de l'Analyse 282
Borel (Emile). — Eléments de la Théorie des Probabilités 787
Boutroux (Pierre). — Leçons sur les fonctions définies par les équations différentielles du premier ordre. 376
Cantor (Moritz). — Lectures sur l'histoire des Mathématiques 43
Czuber (E.). — Le Calcul des Probabilités et son application à la Théorie des erreurs, à la Statistique et aux assurances sur la vie. 462
Fabry (E.). — Traité de Mathématiques générales . . 187
Hensel (K.). — Théorie des nombres algébriques . . 961
Huygens (Christian). — Œuvres complètes 439
Laisant (C.-A.). — Cours d'Arithmétique 90
Lefebvre (L.-Charles). — Notions fondamentales de la Théorie des Probabilités 90
Muller (Félix). — Guide à travers la littérature mathématique 329
Perrin (Etie). — Cours d'Arithmétique 90
Reymond (Arnold). — Logique et Mathématiques. Essai historique et critique sur le nombre infini . 424
Risser (René). — Etude sur l'établissement des tables de mortalité de population, mortalité professionnelle, mortalité dans le cas d'invalidité 887
Rouse Ball (W.). — Récréations mathématiques et problèmes des temps anciens et modernes. . . . 554
Schilling (Fréd.). — La photogrammétrie comme application de la Géométrie descriptive 643
Thomae (J.). — Vorlesungen über bestimmte Integrale und die Fourierschen Reihen 887
Zoretti (L.). — Cours d'Algèbre 228

Astronomie, Géodésie et Météorologie.

Andoyer (H.). — Cours d'Astronomie. Astronomie pratique 787
André (Ch.). — Les planètes et leur origine 751
Berthaut (H.-B.). — Les erreurs de la carte de France. Topographie d'exploration. 714
Eiffel (G.). — Comparaisons graphiques des valeurs mensuelles, saisonnières et annuelles des principaux éléments météorologiques dans diverses stations françaises pour l'année 1905. 43
Flammarion (Camille). — La planète Mars et ses conditions d'habitabilité 676
Hale (G. Ellery). — The study of stellar Evolution. An account of some recent methods of astro-physical research. 601

Hunt (H.-A.). — The climate and meteorology of Australia. Rainfall Map of the Commonwealth of Australia 377
Lereuf (A.). — 20e Bulletin chronométrique de l'Observatoire national astronomique et météorologique de Besançon 887
Mache (H.). — Die atmosphärische Elektrizität . . . 602
Messerschmitt (J.-B.). — La détermination de la pesanteur à la surface de la Terre 511
Perret (E.). — Navigation. (Instruments, Observations, Calculs.) 835
Schweidler (E. von). — Die atmosphärische Elektrizität 602

Mécanique générale et Mécanique appliquée.

Andrade (J.). — Chronométrie 820
Debesson (C.). — Le chauffage des habitations. Étude théorique et pratique des procédés et appareils employés pour le chauffage des édifices, des maisons et des appartements 139
Fargue (L.). — La forme du lit des rivières à fond mobile 1016
Feyrey (François). — Les oiseaux artificiels. (L'idée aérienne. Aviation.) 752
Jouguet (E.). — Lectures de Mécanique. La Mécanique enseignée par les auteurs originaux. 2e partie : L'organisation de la Mécanique 926
Kersten (C.). — La Construction en béton armé. Guide théorique et pratique. Application à la construction en élévation et en sous-sol 90
Paloque (J.). — Artillerie de campagne 511
Pierron de Mondésir (L.). — Fortification cuirassée. . 511
Ratel (C.). — Préparation mécanique des minerais. . 643
Rausenberger (F.). — Théorie des canons à recul sur l'affût 187
Renard (Commandant Paul). — L'Aéronautique. . . . 820
Résal (Jean). — Cours de Ponts métalliques 329
Sauvage (Ed.). — La machine locomotive 187
Sothern (J.-W.). — Les turbines à vapeur marines. . 377
Taris (Etienne). — L'automobile et les armées modernes 228

2° SCIENCES PHYSIQUES

Physique.

Achard (F.). — Génératrices électriques à courant continu 330
Bailleache (Comte de). — Unités électriques 963
Berthier (A.). — Les nouveaux modes d'Eclairage électrique : arc, incandescence, vapeur de mercure 330
Bouasse (H.). — Cours de Physique, t. IV : Optique. Etude des instruments 643
Brunhes (Bernard). — La dégradation de l'énergie . . 511
Campbell (Norman Robert). — Modern Electrical Theory 425
Chwolson (D.-O.). — Traité de Physique. Diffraction. Double réfraction et polarisation de la lumière. . 820
Claude (Georges). — Air liquide. Oxygène. Azote . . 425
Duhem (P.). — Essai sur la notion de Théorie physique de Platon à Galilée 554
Ewing (J.-A.). — The mechanical production of Cold. 188
Hobart (H.-M.). — Génératrices électriques à courant continu 330
Janet (Paul). — Travaux du Laboratoire central d'Electricité. Recherches sur les Unités électriques fondamentales 163
Jeans (J.-H.). — The mathematical Theory of Electricity and Magnetism 229
Louguinine (W.). — Méthodes de Calorimétrie usitées au Laboratoire thermique de l'Université de Moscou 90
Maclaurin (R.-C.). — The Theory of Light. A treatise on physical Optics 378
Matisse (Georges). — Le principe de la conservation de l'assise et ses applications 188
Natalis (F.). — La régularisation automatique des générateurs électriques 282
Righi (Aug.). — La matière radiante et les rayons magnétiques 644
Ruhmer (Ernst). — La téléphonie sans fil 856
Salet (P.). — Spectroscopie astronomique 1017
Sartori (Giuseppe). — Technique pratique des courants alternatifs. 1° Exposé élémentaire et pratique des phénomènes du courant alternatif 150
Schukarew (A.). — Méthodes de Calorimétrie usitées au Laboratoire thermique de l'Université de Moscou 90
Turpain (Albert). — La télégraphie sans fil et les applications pratiques des ondes électriques 887
Van der Waals (J.-D.). — Cours de Thermodynamique appliquée à l'équilibre des systèmes à phases gazeuse et liquide 53
Vieweger (H.). — Recueil de problèmes avec solutions sur l'électricité et ses applications pratiques. . . 426
Vigneron (Eugène). — Electrostatique 722
Voigt (W.). — Magneto und Elektro-Optik 677
Wernicke (K.). — Les isolants en Electrotechnique . 282
Zenneck (J.). — Les oscillations électromagnétiques et la télégraphie sans fil 927

Chimie.

André (Gustave). — Chimie agricole, t. I : Chimie végétale 229
Barral (E.). — Précis d'Analyse chimique biologique, pathologique et clinique 644
Bayliss (W.-M.). — The nature of Enzyme action . . 677
Beltzer (F.). — La Chimie industrielle moderne, t. I : Industrie chimique minérale. Métaloïdes 821
Bouchard (Georges). — Introduction à l'étude des matières grasses 189
Bourrey (Georges). — L'Eau dans l'Industrie 463
Boylston (H.-M.). — Expériences de laboratoire en Métallurgie 889
Chaplet (A.). — Les soies artificielles 889
— Le mercerisage et les machines à merceriser . . 1017
Charabot (E.). — Le parfum chez la plante 426
Duparc (L.). — Traité de Chimie analytique qualitative. 140
Euler (H.). — Fondements et résultats de la Chimie végétale. I. Les matériaux chimiques des plantes . 856
Gatin (C.-L.). — Le parfum chez la plante 426
Herz (W.). — Les bases physico-chimiques de la Chimie analytique 963
Lewkowitsch (J.). — Technologie et analyse chimique des huiles, graisses et cires 556
Meurice. — Cours d'Analyse quantitative minérale. . 889
Molina (Rodolfo). — Les explosifs et leur fabrication. 378
Monnier (A.). — Traité de Chimie analytique qualitative 140
Morel (Albert). — Précis de Technique chimique, à l'usage des laboratoires médicaux 752
Nagel (Oscar). — Les dispositifs mécaniques des industries chimiques et métallurgiques 513
Neumann (B.). — Traité complet d'Analyse chimique appliquée aux essais industriels, t. I, 2e fasc. . . 378
— T. I, 3e fasc. Métaux 928
Nicolardot (P.). — Industrie des métaux secondaires et des terres rares 512
Nissenson (H.). — Manuel du chimiste métallurgiste pour l'industrie des métaux autres que le fer. . . 330
Nystrom (E.). — Tourbe et lignite. Fabrication et emplois en Europe 91
Palomaa (H.). — Contribution à l'étude des dérivés alkyloxylés des alcools, des acides et des éthers gras 790
Pohl (W.). — Manuel du chimiste métallurgiste pour l'industrie des métaux autres que le fer 330
Post (J.). — Traité complet d'Analyse chimique appliquée aux essais industriels, t. I, 2e fasc. . . 378
— Tome I, 3e fasc. 928
Razous (Armand). — Filtration, stérilisation et épuration des eaux potables et des eaux employées dans l'industrie 330
Razous (Paul). — Filtration, stérilisation et épuration des eaux potables et des eaux employées dans l'industrie 330
Rousset (H.). — Les soies artificielles 889
— Le mercerisage et les machines à merceriser. . . 1017
Sauveur (Albert). — Expériences de laboratoire en Métallurgie 889
Schryver (S.-B.). — The general characters of the Proteins 789
Sidersky (D.). — Polarisation et saccharimétrie . . . 822
Svedberg (The). — Etudes sur les solutions colloïdales. 888
Swarts (F.). — Cours de Chimie inorganique 44
Toubeau (M.). — La répression des fraudes sur les produits alimentaires 602

Trillat (A.). — L'aldéhyde acétique dans le vin. Son origine et ses effets 283
Wurtz. — Deuxième supplément au Dictionnaire de Chimie pure et appliquée de Wurtz 715

3° SCIENCES NATURELLES

Géographie.

Aubin (Eugène). — La Perse d'aujourd'hui (Iran, Mésopotamie) 556
Chudeau (R.). — Sahara soudanais 963
Clerget (Pierre). — La Suisse au xxe siècle. Étude économique et sociale 716
Deherme (Georges). — L'Afrique occidentale française. Action politique. Action économique. Action sociale 141
Gonnard (R.). — La Hongrie au xxe siècle 890
Levainville. — Le Morvan. Étude de géographie humaine 928
Métin (Albert). — La Colombie britannique. Étude sur la colonisation au Canada. 790
Naudeau (Ludovic). — Le Japon moderne, son évolution. 822
Sion (Jules). — Les paysans de la Normandie orientale. Étude géographique sur les populations rurales du Caux et du Bray, du Vexin normand et de la vallée de la Seine. 857
Vacher (A.). — Le Berry 1018
Vallaux (Camille). — Géographie sociale : La Mer . . 44
Vélain (Charles). — Revue de Géographie annuelle. . 678
Vidal de La Blache (J.). — Étude sur la vallée lorraine de la Meuse 464
White (James). — Atlas of Canada 822
— Railway map of the Dominion of Canada 822

Géologie et Paléontologie.

Bucking (H.). — Étude des prétendues scories et terres cuites de la série pampéenne de la République Argentine. 890
Choffat (Paul). — Essai sur la Tectonique de la chaîne de l'Arrabida 284
Delgado (J.-F. Nery). — Système silurique du Portugal. Étude de Stratigraphie paléontologique. 426
Doncieux (Louis). — Catalogue descriptif des fossiles nummulitiques de l'Aude et de l'Hérault. Corbières septentrionales 645
Ducloux (E.-H.). — Étude des prétendues scories et terres cuites de la série pampéenne de la République Argentine 890
Granderye (L.-M.). — Détermination des roches . . . 645
Hue (E.). — Musée ostéologique. Étude de la faune quaternaire. Ostéométrie des Mammifères. . . . 93
Joly (Henri). — Le Jurassique inférieur et moyen de la bordure Nord-Est du bassin de Paris 513
Lecointre (Comtesse Pierre). — Étude sommaire des Mammifères fossiles des Faluns de la Touraine. . 679
Lokhtine (W.). — Phénomènes de la congélation des rivières. Causes de la formation de la glace intérieure fluviale 92
Mayet (Lucien). — Étude sommaire des Mammifères fossiles des Faluns de la Touraine. 679
Outes (F.-F.). — Étude des prétendues scories et terres cuites de la série pampéenne de la République Argentine 890
Pirsson (L.-V.). — Les roches et les minéraux des roches 379
Quin (J.-T.). — La structure d'une île : Sainte-Croix, Antilles danoises 331
Thoulet (J.). — Précis d'analyse des fonds sous-marins actuels et anciens. 189

Botanique et Agronomie.

Bigeard (R.) et Guillemin (H.). — Flore des champignons supérieurs de France les plus importants à connaître. 1020
Braun (K.). — Le riz dans l'Afrique orientale allemande. 141
Charabot (E.). — Le parfum chez la plante. 426
Charles-Roux (François). — La production du coton en Égypte 189
Delacroix (G.). — Maladies des plantes cultivées : I. Maladies non parasitaires. II. Maladies parasitaires. 891
Ducomet. — Pathologie végétale : Maladies parasitaires. Champignons. Bactéries 284
Gatin (C.-L.). — Le parfum chez la plante. 426
Godfrin (J.). — Flore analytique de poche de la Lorraine et des contrées limitrophes 92
Hochreutiner (G.). — Sertum madagascariense ; étude systématique de deux collections de plantes récoltées à Madagascar 717
Kimpflin (G.). — Essai sur l'assimilation photochlorophyllienne du carbone 858
Kollmann (M.). — Manipulations de Zoologie et de Botanique 380
Martin-Lavigne (E.). — Recherches sur les bois de la Guyane. 1019
Maublanc (A.). — Maladies des plantes cultivées : I. Maladies non parasitaires. II. Maladies parasitaires 891
Monnier (H.). — Manipulations de Zoologie et de Botanique. 380
Petitmengin (M.). — Flore analytique de poche de la Lorraine et des contrées limitrophes 92
Pfeffer (D.-W.). — Physiologie végétale. 45
Pitard (J.). — Les Iles Canaries. Flore de l'Archipel . 792
Proust (L.). — Les Iles Canaries. Flore de l'Archipel . 792
Wildeman (E. de). — Notices sur des plantes utiles ou intéressantes de la Flore du Congo 427
— Études de Systématique et de Géographie botaniques sur la Flore du Bas-Congo et du Moyen-Congo 603

Zoologie, Anatomie et Physiologie de l'homme et des animaux.

Bateson (W.). — Mendel's principles of heredity. . . 965
Bohn (Dr Georges). — La naissance de l'Intelligence . 824
Calman (W.-T.). — Crustacea du « Treatise on Zoology ». 928
Cooper (W.-F.). — Ticks. A monograph of the Ixodoidea. Part. I : Argasidæ. 603
Cyon (E. de). — Le labyrinthe de l'oreille comme organe des sens mathématiques de l'espace et du temps 230
Kollmann (M.). — Manipulations de Zoologie et de Botanique 380
Monnier (H.). — Manipulations de Zoologie et de Botanique. 380
Nuttall (G.-H.-F.). — Ticks. A monograph of the Ixodoidea. Part. I. Argasidæ 603
Robinson (L.-E.). — Ticks. A monograph of the Ixodoidea. Part. I : Argasidæ 603
Steensby (H.-P.). — Contributions à l'Anthropologie du Danemark. 331
Vermorel (J.). — Les ennemis de nos jardins 717
Vialleton (Prof. L.). — Précis de technique histologique et embryologique. 859
Von Ihering (H.). — Catalogue de la faune brésilienne, t. I : Les oiseaux du Brésil 190
Von Ihering (R.). — Catalogue de la faune brésilienne, t. I : Les oiseaux du Brésil 190
Warburton (Cecil). — Ticks. A monograph of the Ixodoidea. Part. I. Argasidæ 603

4° SCIENCES MÉDICALES

Chirurgie, Gynécologie, Ophtalmologie.

Calot (F.). — L'Orthopédie indispensable (Tuberculoses externes. Déviations, etc.). 142
Cauchois (Albert). — Traitement chirurgical actuel des kystes hydatiques du foie et de leurs complications 285

Médecine.

Andérodias (J.). — La pratique des maladies des enfants, t. I : Introduction à la médecine des enfants. 825
Armand-Delille (P.). — Le mécanisme de l'immunité. 1020
Baraduc, Bernard, Binet, Cottet, Furet, Piatot, Serisiron, Simon, Tardif. — Clinique hydrologique. . 966

Bordier (H.). — Technique radiothérapique 892
Capgras (J.). — Les folies raisonnantes. Le délire d'interprétation 930
Cornet (Paul). — Le régime alimentaire des malades. Considérations pratiques sur les aliments et les boissons diététiques et sur l'hygiène de l'alimentation 190
— Le régime alimentaire des maladies 465
Cruchet (René). — Les arriérés scolaires. 333
— La pratique des maladies des enfants, t. I. Introduction à la médecine des enfants 823
Darier (J.). — Précis de Dermatologie. 792
Degrais. — Radiumthérapie. 645
Delherm, Desfosses, Dominici, Ducroquet, Durey, Mouflot. — Les agents physiques usuels 718
Gautier (Armand). — L'Alimentation et les Régimes chez l'homme sain ou malade 232
Hauchamp (L.). — Atlas de radiologie normale. . . . 603
Jacquemet (M.). — Le pansement à l'asphalène . . . 604
Klynens (J.). — Atlas de radiologie normale. 603
Kraus (R.). — Traité de technique et méthodique des recherches sur l'immunité. 557
Levaditi (C.). — Traité de technique et méthodique des recherches sur l'immunité. 557
Lévy-Bing (A.). — Les injections mercurielles intramusculaires dans le traitement de la syphilis . . 1020
Lyon (Dr Gaston). — Diagnostic et traitement des maladies de l'Estomac. 93
Mahaux (E.). — Atlas de Radiologie normale 603
Marfan (A.-B.). — La pratique des maladies des enfants: T. I. Introduction à la médecine des enfants. 823
Marie (A.). — La Pellagre 514
— L'audition morbide 679
— Travail et folie 892
Martial (R.). — Travail et folie. 892
Martinet (Dr A.). — Les agents physiques usuels . . 718
— Les médicaments usuels 859
Rénon (Louis). — Le traitement pratique de la tuberculose pulmonaire. 380
Sabourin (Ch.). — Traitement rationnel de la Phtisie. 754
Schmidt (A.). — L'examen fonctionnel de l'intestin par le régime d'épreuve. 380
Sérieux (P.). — Les folies raisonnantes. Le délire d'interprétation. 930
Teissier (J.). — Artério-sclérose et Athéromasie. . . 46
Wickham (Louis). — Radiumthérapie. 645

Hygiène.

Chantemesse et Mosny. — Traité d'Hygiène. T. VII. Hygiène industrielle. 427
Dulac (Jules). — L'Air (Effets de son impureté sur la santé 46
Négrescu (V.-G.). — Notions d'Hygiène alimentaire. . 892

5° SCIENCES DIVERSES

Astier (P.). — L'enseignement technique industriel et commercial en France et à l'Etranger. 515
Boex-Borel (J.-H.). — Le Pluralisme 557
Bouty (Edmond). — La vérité scientifique, sa poursuite. 604
Cuminal (J.). — L'Enseignement technique industriel et commercial en France et à l'Etranger 515
Doutté (Edmond). — Magie et religion dans l'Afrique du Nord (La Société musulmane du Maghrib). . . 718
Dunod. — Agendas pour 1909 (Chimie, Electricité, Mécanique, Construction, Mines et Métallurgie, etc.). 142
Duruy (V.). — Autriche et Italie. 1020
Gebhart (Emile). — Florence 46
Mach (Ernst). — La connaissance et l'erreur 680
Pinat (Ed.). — Le droit pur. 190
Pinat. — Agendas pour 1909 (Chimie, Electricité, Mécanique, Construction, etc.). 142
Rey (A.). — Les Sciences philosophiques. Leur état actuel 859
— La Philosophie moderne. 859
Tonnelat (E.). — L'Expansion allemande hors d'Europe 142
Zuylen de Nyevelt (Mme Hélène de). — Béryl. 46

Thèses pour le Doctorat présentées aux Universités françaises (1908-1909), *et analysées dans la Revue en* 1909.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES

Carlbaum (T.). — Contributions à la Théorie des mouvements infiniment petits d'un gaz hétérogène . 376
Fagerholm (Erik). — Sur l'amas d'étoiles Messier 67. . 554
Heywood (H. Bryon). — Sur l'équation fonctionnelle de Fredholm et quelques-unes de ses applications. 329

2° SCIENCES PHYSIQUES

(*Physique et Chimie*).

Besson (Louis). — Sur la théorie des halos. 821
Dunoyer (L.). — Etudes sur les compas de marine et leurs méthodes de compensation. Un nouveau compas électromagnétique. 962
Péchreux (Hector). — Etude de quelques couples thermo-électriques 715

3° SCIENCES NATURELLES

Legendre (R.). — Contribution à la connaissance de la cellule nerveuse (La cellule nerveuse d'*Helix pomatia*) 753

4° SCIENCES MÉDICALES

Harter (André). — De la Blastomycose humaine . . 966

IV. — ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

Académie des Sciences de Paris.

Séances des 14 décembre 1908 47
— 21 — — 48
— 28 — — 94
— 4 janvier 1909 94
— 11 — — 143
— 18 — — 143
— 25 — — 144
— 1er février — 191
— 8 — — 191
— 15 — — 233
— 22 — — 233
Séances des 1er mars 1909 286
— 8 — — 286
— 15 — — 334
— 22 — — 335
— 29 — — 381
— 5 avril — 382
— 13 — — 428
— 19 — — 428
— 26 — — 466
— 3 mai — 466
— 10 — — 468
— 17 — — 516
— 24 — — 516
— 1er juin — 558

Séances des	7	juin	1909	558
—	14	—	—	605
—	21	—	—	606
—	28	—	—	647
—	5	juillet	—	648
—	12	—	—	681
—	19	—	—	719
—	26	—	—	719
—	2	août	—	755
—	9	—	—	755
—	17	—	—	756
—	23	—	—	793
—	30	—	—	793
—	6	septembre	—	793
—	13	—	—	826
—	20	—	—	826
—	27	—	—	860
—	4	octobre	—	860
—	11	—	—	863
—	18	—	—	893
—	26	—	—	894
—	2	novembre	—	931
—	8	—	—	931
—	15	—	—	967
—	22	—	—	968
—	29	—	—	1021
—	6	décembre	—	1022

Académie de Médecine.

Séances des	15	décembre	1908	49
—	22	—	—	49
—	29	—	—	95
—	5	janvier	1909	95
—	12	—	—	145
—	19	—	—	145
—	26	—	—	192
—	2	février	—	192
—	9	—	—	192
—	16	—	—	234
—	23	—	—	234
—	2	mars	—	287
—	9	—	—	287
—	16	—	—	335
—	23	—	—	335
—	30	—	—	382
—	6	avril	—	382
—	13	—	—	429
—	20	—	—	429
—	27	—	—	468
—	4	mai	—	468
—	11	—	—	469
—	18	—	—	517
—	25	—	—	517
—	1er	juin	—	559
—	8	—	—	559
—	15	—	—	606
—	22	—	—	648
—	29	—	—	649
—	6	juillet	—	649
—	13	—	—	720
—	20	—	—	720
—	27	—	—	756
—	5	octobre	—	860
—	12	—	—	860
—	19	—	—	894
—	26	—	—	894
—	2	novembre	—	932
—	9	—	—	932
—	16	—	—	968
—	23	—	—	969
—	30	—	—	1023
—	7	décembre	—	1023

Société de Biologie.

Séances des	12	décembre	1908	49
—	19	—	—	49
—	26	—	—	95
—	9	janvier	1909	96
—	16	—	—	145
—	23	—	—	146
—	30	—	—	192
—	6	février	—	193
—	13	—	—	235
Séances des	20	février	1909	235
—	27	—	—	287
—	6	mars	—	288
—	13	—	—	336
—	20	—	—	336
—	27	—	—	383
—	3	avril	—	383
—	24	—	—	429
—	1er	mai	—	469
—	8	—	—	469
—	15	—	—	517
—	22	—	—	518
—	29	—	—	559
—	5	juin	—	560
—	12	—	—	606
—	19	—	—	607
—	26	—	—	649
—	3	juillet	—	649
—	10	—	—	682
—	17	—	—	721
—	24	—	—	756
—	31	—	—	793
—	23	octobre	—	895
—	30	—	—	932
—	6	novembre	—	933
—	13	—	—	969
—	20	—	—	969
—	27	—	—	1023
—	4	décembre	—	1024

RÉUNION BIOLOGIQUE DE BORDEAUX

Séances des	1er	décembre	1908	96
—	22	—	—	96
—	2	février	1909	288
—	2	mars	—	337
—	30	—	—	470
—	4	mai	—	518
—	8	juin	—	607
—	6	juillet	—	721
—	27	—	—	794
—	9	novembre	—	970

RÉUNION BIOLOGIQUE DE BUCAREST

Séances des	17	novembre	1908	50
—	3	décembre	—	50
—	16	—	—	193
—	28	janvier	1909	236
—	11	février	—	336
—	12	mai	—	608

RÉUNION BIOLOGIQUE DE MARSEILLE

Séances des	15	décembre	1908	97
—	19	janvier	1909	288
—	16	février	—	337
—	16	mars	—	384
—	20	avril	—	470
—	18	mai	—	560
—	15	juin	—	650
—	12	juillet	—	757
—	16	novembre	—	1024

RÉUNION BIOLOGIQUE DE NANCY

Séances des	8	décembre	1908	146
—	18	janvier	1909	235
—	16	février	—	288
—	30	mars	—	470
—	18	mai	—	608
—	15	juin	—	650
—	12	juillet	—	794

Société française de Physique.

Séances des	18	décembre	1908	97
—	15	janvier	1909	193
—	5	février	—	236
—	19	—	—	289
—	5	mars	—	337
—	19	—	—	384
—	2	avril	—	470
—	7	mai	—	518
—	21	—	—	519
—	4	juin	—	608
—	2	juillet	—	682
—	19	novembre	—	1024

Société chimique de Paris.

Séances des 11 décembre 1908 50
— 8 janvier 1909 146
— 22 — — 195
— 12 février — 237
— 26 — — 290
— 12 mars — 338
— 26 — — 471
— 2 avril — 520
— 23 — — 560
— 14 mai — 561
— 28 — — 650
— 11 juin — 651
— 25 — 683
— 9 juillet — 722
— 23 — — 794
— 12 novembre — 970
— 26 — — 1025

Société Royale de Londres.

Séances des 5 novembre 1908 98
— 12 — — 195
— 19 — — 237
— 26 — — 338
— 30 — — 339
— 10 décembre — 339
— 14 janvier 1909 385
— 21 — — 430
— 28 — — 430
— 4 février — 431
— 11 — — 472
— 18 — — 520
— 25 — — 561
— 4 mars — 561
— 11 — — 609
— 18 — — 669
— 25 — — 651
— 22 avril — 652
— 29 — — 684
— 6 mai — 685
— 13 — — 685
— 20 — — 757
— 27 — — 757
— 10 juin — 759, 895
— 17 — — 795
— 24 — — 826, 970
Communications reçues pendant les vacances. 828, 896, 970
Séances des 4 novembre 1909 971
— 11 — — 972

Société de Physique de Londres.

Séances des 22 janvier 1909 238
— 10 février — 238
— 26 — — 340
— 12 mars — 340
— 26 — 385
— 23 avril — 521
— 14 mai — 562
— 11 juin — 610
— 25 — — 685
— 22 octobre — 933
— 12 novembre — 971
— 26 — — 1026

Société de Chimie de Londres.

Séances des 3 décembre 1908 51
— 17 — — 99
— 21 janvier 1909 196
— 4 février — 238
— 18 — — 290
— 4 mars — 341
— 18 — — 386
— 25 — — 473
— 1er avril — 473
— 5 mai — 521
— 20 — — 610
— 3 juin — 652
— 17 — — 686
Communications reçues pendant les vacances. 933
Séance des 21 octobre 1909 972
— 4 novembre — 973
— 18 — — 1026

Société anglaise de Chimie industrielle.

SECTION DE BIRMINGHAM

Séances des 17 décembre 1908 239
— 4 février 1909 387
— 11 mars — 562
— 18 — — 652
— 1er avril — 759

SECTION CANADIENNE

Séances des 19 novembre 1908 197
— 22 janvier 1909 473
— 25 février — 473

SECTION D'ÉCOSSE

Séances des 8 décembre 1908 197
— 16 février 1909 387
— 2 mars — 474
— 6 avril — 759

SECTION DE LIVERPOOL

Séances des 13 janvier 1909 473
— 10 mars — 562
— 21 avril — 896

SECTION DE LONDRES

Séances des 9 novembre 1908 147
— 7 décembre — 197
— 4 janvier 1909 291
— 1er février — 291
— 1er mars — 474, 562
— 5 avril — 474, 611
— 3 mai — 611, 759, 973
— 7 juin — 759

SECTION DE MANCHESTER

Séances des 8 janvier 1909 291
— 5 février — 387
— 7 mai — 759

SECTION DE NEWCASTLE

Séances des 10 décembre 1908 198
— 11 février 1909 387

SECTION DE NEW-YORK

Séances des 22 janvier 1909 474
— 19 février — 387, 474
— 19 mars — 474
— 23 avril — 652
— 21 mai — 796

SECTION DE NOTTINGHAM

Séances des 16 décembre 1908 198
— 28 avril 1909 611

SECTION DE LA NOUVELLE-ANGLETERRE

Séance du 8 janvier 1909 291

SECTION DE SYDNEY

Séances des 14 octobre 1908 239
— 11 novembre — 239
— 12 mai 1909 796
— 14 juillet — 896

SECTION DU YORKSHIRE

Séances des 9 novembre 1908 147
— 14 décembre — 198
— 18 janvier 1909 387
— 22 février — 474
— 22 mars — 474

Académie des Sciences de Berlin.

Séances des 22 octobre 1908 474
— 5 novembre — 475
— 12 — — 475

Séances des 19 novembre 1908 475
— 26 — — 475
— 3 décembre — 475
— 10 — — 475
— 17 — — 475
— 7 janvier 1909 475
— 14 — — 476
— 21 — — 476
— 4 février — 522
— 18 — — 522
— 4 mars — 523
— 18 — — 523
— 25 — — 523
— 1er avril — 523
— 22 — — 562
— 29 — — 563
— 6 mai — 722
— 27 — — 722
— 10 juin — 722
— 17 — — 723
— 8 juillet — 723
— 15 — — 723
— 22 — — 973
— 29 — — 974
— 21 octobre — 974

Société allemande de Physique.

Séances des 5 novembre 1908 51
— 20 — — 52
— 18 décembre — 99
— 8 janvier 1909 240
— 22 — — 341
— 19 février — 387
— 5 mars — 431
— 19 — — 523
— 3 avril — 524
— 30 — — 563
— 14 mai — 723
— 28 — — 723
— 2 juillet — 724, 974
Mémoires reçus pendant les vacances 975, 1027

Académie des Sciences de Vienne.

Séances des 29 octobre 1908 100
— 12 novembre — 100
— 19 — — 100
— 3 décembre — 100
— 10 — — 100, 147
— 17 — — 147

Séances des 7 janvier 1909 200
— 14 — — 200
— 21 — — 292
— 4 février — 292
— 11 — — 342
— 18 — — 342
— 4 mars — 342
— 11 — — 476
— 18 — — 476
— 29 avril — 524
— 6 mai — 612
— 13 — — 612
— 21 — — 612
— 11 juin — 688
— 18 — — 688
— 24 — — 688
— 1er juillet — 688
— 8 — — 934
— 14 octobre — 935
— 21 — — 935
— 4 novembre — 1.028

Académie des Sciences d'Amsterdam.

Séances des 31 octobre 1908 147
— 28 novembre — 148
— 24 décembre — 198
— 30 janvier 1909 343
— 27 février — 388
— 27 mars — 563
— 23 avril — 611
— 20 mai — 759
— 26 juin — 796
— 25 septembre — 975

Académie Royale des Lincei.

Séances de janvier 1909 291
— février — 291
— mars — 432
— avril — 432
— mai 687
— juin — 687
— juillet — 896
— août — 896

Académie royale des Sciences et des Lettres de Danemark.

Mémoires présentés en 1909 936

TABLE ALPHABÉTIQUE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LE TOME XX DE LA REVUE GÉNÉRALE DES SCIENCES PURES ET APPLIQUÉES [1]

A

Absorption. — Sur l'absorption sélective des corps noirs 470
Académie. — Election à l'Académie des Sciences de Paris 1, 101, 149, 241, 293, 525, 613
Acides. — Contribution à l'étude des dérivés alkyloxylés des alcools, des acides et des éthers gras. . 790
Aciers. — L'analyse des aciers à l'aide des étincelles. 655, 728
Actinium. — L'actinium C, nouveau produit éphémère de l'actinium 4
Adaptation. — Le peuplement des places vides dans la Nature et l'origine des adaptations **8**
Adhésion. — Sur la pression d'adhésion (Haftdruck) . 531
Aéroplane. — Stabilité transversale d'un aéroplane au cours de ses giratious 236
Afrique. — La Mission forestière Aug. Chevalier en Afrique occidentale 5
— L'Afrique occidentale française. Action politique. Action économique. Action sociale 141
— Le riz dans l'Afrique orientale allemande. 141
— Magie et religion dans l'Afrique du Nord (La Société musulmane du Maghrib). 718
Agendas. — Agendas pour 1909 (Chimie, Electricité, Mécanique, Construction, Mines et Métallurgie, etc.). 142
Agents. — Les agents physiques usuels 718
Agrandissement. — Les meilleures conditions pour l'agrandissement photographique de petits objets solides 520
Agronomie — Revue annuelle d'Agronomie **631**
Aimants. — Sur le facteur d'auto-démagnétisation des aimants en forme de barreau 340
— Aimants permanents en cuivre sensiblement pur. 347
Air. — L'Air (Effets de son impureté sur la santé) . . 46
— La résistance de l'air, et les récentes expériences de M. G. Eiffel **78**
— Air liquide. Oxygène. Azote 425
— Sur les différences entre l'état de l'air de montagne et celui de l'atmosphère libre 1028
Albuminoïdes. — La production, sous l'action de la lumière, d'aldéhyde formique dans les corps albuminoïdes 390
— L'hydrolyse fluorhydrique et la constitution des matières albuminoïdes **839**
Alcaloïdes. — Recherches sur la cinchonamine et certains autres alcaloïdes rares 291
Alcool. — Contribution à l'étude des dérivés alkyloxylés des alcools, des acides et des éthers gras . 790
Aldéhyde. — L'aldéhyde acétique dans le vin; son origine et ses effets 283
— La production, sous l'action de la lumière, d'aldéhyde formique dans les corps albuminoïdes . 390
Aleurone. — Les grains d'aleurone . 348
Algèbre. — Cours d'Algèbre 228
Alimentation. — L'alimentation du paysan finlandais. 204
— L'alimentation et les régimes chez l'homme sain ou malade 232
Aliments. — Le régime alimentaire des malades. Considérations pratiques sur les aliments et les boissons diététiques et sur l'hygiène de l'alimentation 190
Alliages. — Les alliages industriels de Chrome . . . **662**
Alpes. — Le rôle des nappes de charriage dans la structure des Alpes occidentales et orientales . . **153**
Amalgames. — Les amalgames de cadmium et la pile normale de Weston. 933
Amani. — L'Institut de Biologie agricole d'Amani (Afrique orientale allemande) 864
Amortissements. — Nouvelle méthode pour déterminer les amortissements à l'aide des vibrations électriques non amorties 240
— L'amortissement des ondes du mercure 798
Analyse mathématique. — Leçons sur les théories générales de l'Analyse. 282
— Exercices et leçons d'Analyse (Quadratures. Equations différentielles. Equations intégrales de M. Fredholm et de M. Volterra. Equations aux dérivées partielles du second ordre) 376
Analyse chimique. — Traité complet d'Analyse chimique appliquée aux essais industriels. T. I, 2e fascicule. 378
T. I, 3e fasc. Métaux 928
— Précis d'Analyse chimique biologique, pathologique et clinique 644
— Cours d'Analyse quantitative 889
Anaphylaxie. — L'anaphylaxie. **530**
Anneaux. — Les anneaux de Nobili, les photographies colorées et les phénomènes de Hall dans les électrolytes. 97
Ansérine. — Une nouvelle plante potagère: l'Ansérine amarante. 391
Anthropologie. — Contribution à l'Anthropologie du Danemark 331
Appareils. — Appareils de sauvetage à oxygène liquide. 519
Arc. — La rotation de l'arc électrique dans un champ magnétique 339
Arithmétique. — Cours d'Arithmétique. 90
Armées. — L'Automobile et les Armées modernes . . 228
Arrabida. — Essai sur la tectonique de la chaîne de l'Arrabida. 284
Arriérés. — Les arriérés scolaires. 333
Artério-sclérose. — Artério-sclérose et Athéromasie. 46
Artillerie. — La lutte d'artillerie navale et les projectiles chargés en explosif. **252**
— Artillerie de campagne 511
Asphalène. — Le pansement à l'asphalène 604
Assimilation. — Essai sur l'assimilation photochlorophyllienne du carbone 858
Assise. — Le principe de la conservation de l'assise et ses applications. 188
Astronomie. — Cours d'Astronomie. Astronomie pratique 787
Athéromasie. — Artério-sclérose et Athéromasie . . . 46
Atmosphère. — La couche isotherme de l'atmosphère et la radiation atmosphérique 339
Audition. — Les idées actuelles sur l'audition . . **324**
— L'audition morbide 679
Australie. — The climate and meteorology of Australia. Rainfall map of the Commonwealth of Australia. 377
Automobile. — L'automobile et les armées modernes. 228
Autriche. — Autriche et Italie. 1020
Aviation. — Les oiseaux artificiels (L'idée aérienne. Aviation) 752
Azote. — L'azote assimilable des moûts et des bières. 799

[1] Les **chiffres gras** reportent aux articles originaux.

B

Bacilles. — Action des bacilles acido-résistants sur 13 glucosides 561
— Les réactions électriques de certaines bactéries appliquées à la recherche du bacille tuberculeux dans l'urine au moyen d'un courant électrique. . 828
Bactéries. — Quelques effets des bactéries fixatrices d'azote sur la culture des plantes non légumineuses 685
— Le mécanisme de la dénitrification chez les bactéries dénitrifiantes indirectes 832
— L'*Hillhousia mirabilis*, une bactérie sulfurée géante 896
Balance. — Une balance voltamétrique 242
Ballon. — L'élasticité des ballons de caoutchouc et des viscères creux 970
Batellerie. — L'état actuel de la batellerie en France. 54
Batterie. — Une batterie primaire à haut potentiel. . 341
Berry. — Le Berry (contribution à l'étude géographique d'une région française) 1018
Béryl. — Béryl 46
Béton. — La construction en béton armé. Guide théorique et pratique. Application à la construction en élévation et en sous-sol 90
Betterave. — La sélection de la betterave industrielle. 243
Bières. — L'azote assimilable des moûts et des bières. 799
Biologie. — L'électrisation de contact en Biologie . . **694**
Blastomycose. — De la blastomycose humaine 966
Blé. — Le prix du blé dans divers pays depuis 1771 . 656
— Contribution à l'étude des céréales. Le blé, l'orge et le seigle à l'état sauvage 801
Bois. — Recherches sur les bois de la Guyane. . . . 1019
Botanique. — Manipulations de Zoologie et de Botanique 380
— Recueil de l'Institut botanique Leo Errera (Université de Bruxelles) 822
Brésil. — Catalogue de la Faune brésilienne. T. I. Les oiseaux du Brésil 190
Bureau. — Bureau des Longitudes 241

C

Calcul. — Le Calcul des probabilités et son application à la théorie des erreurs, à la statistique et aux assurances sur la vie 462
Calibres. — Les Calibres-étalons à combinaisons « Johansson » 520
Calorimétrie. — Méthodes de calorimétrie usitées au Laboratoire thermique de l'Université de Moscou. 90
— Thermométrie et calorimétrie aux températures très basses **873**
Canada. — La Colombie britannique. Étude sur la colonisation au Canada 790
— Atlas of Canada. Railway map of the Dominion of Canada 822
Canaries. — Les îles Canaries. Flore de l'Archipel . . 792
Cancer. — La fréquence relative du cancer chez des souris d'âge connu 757
— L'action thérapeutique du radium sur le cancer . **902**
Canons. — Théorie des canons à recul sur l'affût . . 187
Caoutchouc. — Une nouvelle machine pour l'essai mécanique du caoutchouc 973
Capacité. — Les coefficients de capacité et les attractions ou répulsions mutuelles de deux conducteurs sphériques électrisés proches l'un de l'autre . . . 795
Capillarité. — La théorie statistique mécanique de la capillarité 198
Carbone. — Essai sur l'assimilation photochlorophyllienne du carbone 858
— L'action de l'émanation du radium sur les éléments du groupe du carbone 899
Carènes. — Carènes et poissons. Stabilisation par les nageoires **617**
Carnegie. — La « Carnegie Institution » de Washington 900
Carte. — Les erreurs de la carte de France. Topographie d'exploration 714
— La carte internationale du monde au millionième. 981
Castor. — La protection du castor du Rhône. 152
Cécité. — La prévention de la cécité en France. . . . **502**
Cellule. — Contribution à la connaissance de la cellule nerveuse (La cellule nerveuse d'*Helix pomatia*) 753
Cellulose. — Curieuse propriété des solutions cellulosiques 834
Céréales. — Contribution à l'étude des céréales. Le blé, l'orge et le seigle à l'état sauvage. 801
Ceylan. — La fourmi rouge de Ceylan 940
Chaleur. — Sur la chaleur spécifique des corps solides 99
— Sur la relation qui existe entre la température et le rapport des chaleurs spécifiques des gaz. . . . 100
— Les chaleurs spécifiques des solutions 389
— La valeur absolue de l'équivalent mécanique de la chaleur en termes d'unités électriques internationales 757
Chambre. — Les loges de concierge et les chambres de domestiques au point de vue de l'hygiène . . 941
Champ. — Expérience de cours démontrant l'existence d'un champ magnétique rotatoire 240
Champignons. — Pathologie végétale : Maladies parasitaires. Champignons. Bactéries 284
— Flore des Champignons supérieurs de France les plus importants à connaître. 1020
Charbon. — L'embarquement du charbon à la mer. . **26**
Chauffage. — Le chauffage des habitations. Étude théorique et pratique des procédés et appareils employés pour le chauffage des édifices, des maisons et des appartements 139
Chaux. — Le rendement des procédés de fabrication de la chaux azotée 5
— Fabrication de la chaux sans installation spéciale. 939
Chemins de fer. — L'état actuel des chemins de fer français 345
— La perception des signaux de chemins de fer . . 529
— Les chemins de fer électriques en Suisse. 654
Chevaux. — Les ancêtres possibles des chevaux domestiques actuels 827
Chimie. — Cours de Chimie inorganique 44
— Revue annuelle de Chimie physiologique. 1re partie : Les principes immédiats organiques **128**
— 2e partie : Digestion, sang, échanges nutritifs . . **175**
— Traité de Chimie analytique qualitative 140
— Le VIIe Congrès international de Chimie appliquée. 202
— Chimie agricole. I. Chimie végétale 229
— Revue annuelle de Chimie minérale. **548**
— Deuxième supplément au Dictionnaire de Chimie pure et appliquée de Wurtz 715
— La Chimie industrielle moderne, t. I. Industrie chimique minérale. Métalloïdes 821
— Fondements et résultats de la Chimie végétale. I. Les matériaux chimiques des plantes 856
— L'œuvre de la Chimie contre l'œuvre de la Nature. **942**
— Les bases physico-chimiques de la Chimie analytique 963
Chlorophylle. — Une nouvelle méthode de recherche de la chlorophylle, avec application possible aux corps du système planétaire 614
Choléra. — Les variations dans la pression et la composition du sang dans le choléra et leur rapport avec le succès de la transfusion saline hypertonique dans le traitement de cette maladie 430
Cholestérol. — L'origine et la destinée du cholestérol dans l'organisme animal. III. L'absorption du cholestérol dans l'intestin et son apparition dans le sang 472
— IV. La teneur en cholestérol des œufs et des poulets 472
— V. Action inhibitoire du sérum des lapins nourris avec des aliments contenant des quantités variables de cholestérol sur l'hémolyse du sang par la saponine 685
— VI. L'excrétion du cholestérol par le chat 1026
Chrome. — Les alliages industriels de Chrome **662**
Chronométrie. — Chronométrie 820
Ciel. — La réunion du Comité international permanent de la Carte du ciel 525
Cinématographie. — Mouvements de précision à grande vitesse. Démonstration d'un nouveau système de cinématographe 289
Circulation. — Les progrès de la circulation urbaine. 293
Cires. — Technologie et analyse chimique des huiles, graisses et cires 556
Cisaillement. — Sur la pression perpendiculaire aux plans de cisaillement dans les cisaillements purs finis, et sur l'allongement des fils chargés quand ils sont tordus 826
Clermont. — Le voyage du *Clermont* 862
Climat. — The climate and meteorology of Australia. Rainfall map of the Commonwealth of Australia . 377
Clinique. — Clinique hydrologique 966
Coagulation. — La coagulation du sang **594**

Cœur. — Un troisième ton du cœur 391
Collège. — A propos d'une candidature au Collège de France 7
Colloïdes. — A propos de la filtration des solutions colloïdales 295
— Les propriétés des systèmes colloïdaux. I. La pression osmotique du rouge Congo et d'autres colorants 685
— La désinfection et la chimie des colloïdes **784**
— Sur la formation des surfaces solides dans les liquides colloïdaux et les phénomènes photo-électriques auxquels elles donnent lieu 1027
Colombie. — La Colombie britannique. Etude sur la colonisation au Canada 790
Comète. — Nouveaux éléments de la comète de Halley. 177
— Le retour de la comète de Halley 830
Comparateur. — Un comparateur de longueurs d'onde pour les étalons de longueur 758
Compas. — Sur un problème relatif à l'induction magnétique et la question des compas de blockhaus 337
— Etudes sur les compas de marine et leurs méthodes de compensation. Un nouveau compas électro-magnétique 962
Condensations. — La condensation des vapeurs sur les surfaces soumises aux projections cathodiques 1024
Conductibilité. — La conductibilité spontanée de la vapeur non lumineuse de sodium 798
— Les conductibilités thermiques de l'air et d'autres gaz à la pression atmosphérique 827
Conductivité. — L'effet d'un champ magnétique sur la conductivité électrique de la flamme 826
Congo. — Notices sur des plantes utiles ou intéressantes de la flore du Congo 127
— Etudes de Systématique et de Géographie botaniques sur la flore du Bas-Congo et du Moyen-Congo 603
Congrès. — Le 80e Congrès des Naturalistes et Médecins allemands 103
— Le VIIe Congrès international de Chimie appliquée. 202, 614
— Le premier Congrès international du froid . . . **206**
— Le prochain Congrès de l'Association internationale pour l'essai des matériaux 435
— L'abstention des médecins roumains au Congrès international de Médecine de Buda-Pesth 565
— Le prochain Congrès international des Mines, de la Métallurgie, de la Mécanique et de la Géologie appliquées 937
— Le VIIIe Congrès international de Zoologie . . . 980
Connaissance. — La connaissance et l'erreur 680
Conservatoire. — Le Laboratoire d'essais du Conservatoire national des Arts et Métiers 761
Constantes. — La mesure des constantes diélectiques par les oscillations d'ellipses ou de cylindres dans un champ de force 609
Construction. — La construction en béton armé. Guide théorique et pratique. 2e partie : Application à la construction en élévation et en sous-sol 90
Corps. — Sur les solutions périodiques d'un cas particulier du problème des quatre corps 388
— Fonctions du corps pituitaire 895
Corrozo. — L'ivoire végétal ou corrozo 437
Corse. — Les formations botaniques des maquis de la Corse 979
Cortex. — Action de l'extrait du cortex adrénal . . . 338
Coton. — La production du coton en Egypte 189
— La culture du coton en Asie Mineure 244
Coton-poudre. — La fabrication du coton-poudre . . 291
Couples. — Etude de quelques couples thermo-électriques 715
Courants. — La Technique pratique des courants alternatifs. T. 1er : Exposé élémentaire et pratique des phénomènes du courant alternatif 140
— L'action du courant alternatif sur les lampes au tantale 202
— Les états instables des courants électriques 1
— Le rappel à la vie, en cas de mort apparente, à l'aide des courants électriques 802
— Sur le sens des courants thermo-électriques . . . 977
Courbes. — Sur certaines courbes gauches du sixième ordre 147
— Sur des courbes planes bicuspidales du quatrième ordre 198
— Sur les courbes planes du quatrième ordre à deux points flecnodaux ou biflecnodaux 343
Courbe. — La courbe plane du quatrième ordre à deux ou trois points de rebroussement et zéro ou un point double comme projection de la courbe gauche du quatrième ordre de première espèce . . . 373
Cristallisation. — Sur la prétendue anomalie des vitesses de cristallisation 289
— La cristallisation spontanée de l'acide monochloracétique et de ses mélanges avec le naphtalène 521
Croissance. — Les bases d'une théorie de la croissance cellulaire 522
Crustacés. — L'instinct de déguisement et le choix des couleurs chez les Crustacés **106**
— Les Crustacés marins comestibles **803**
— Crustacea du « Treatise on Zoology » 929

D

Dahomey. — L'essor économique du Dahomey 765
Danemark. — Contributions à l'Anthropologie du Danemark 331
Décharges. — Le gradient de potentiel dans les décharges lumineuses d'un point à un plan . . . 339
— L'effet de l'air soufflé sur la décharge par étincelle d'un condensateur chargé par une bobine d'induction ou un transformateur 385
— La décharge d'électricité à partir du charbon incandescent 436
— Sur un phénomène en relation avec la décharge de l'électricité par les conducteurs en pointe . . 684
— Les décharges discontinues dans les tubes à décharges 974
Délire. — Les folies raisonnantes. Le délire d'interprétation 930
Dénitrification. — Le mécanisme de la dénitrification chez les bactéries dénitrifiantes indirectes 832
Dépôts. — Les recherches récentes de M. van t'Hoff sur les dépôts océaniques **811**
Dépressions. — L'évolution des dépressions barométriques et les règles de prévision de M. Guilbert. **393**
Dermatologie. — Précis de Dermatologie 792
Désinfectants. — Méthode physico-chimique pour comparer la valeur antiseptique des désinfectants. 291
Désinfection. — Recherches dans le domaine de la désinfection 388
— La désinfection et la chimie des colloïdes **784**
Diabète. — Sur le diabète pancréatique 437
Diamant. — La production artificielle du diamant . . **701**
Diastases. — Oxydases et diastases **948**
Dichroïsme. — Le dichroïsme magnétique des liqueurs mixtes 1025
Dictionnaire. — Deuxième supplément au Dictionnaire de Chimie pure et appliquée de Wurtz . . . 715
Diélectriques. — Recherches diélectriques sur le mica 55
Diffusion. — La détermination d'un coefficient par lequel on peut mesurer la vitesse de diffusion d'une couleur et d'autres substances dans des cellules vivantes et par lequel les bactéries et les autres cellules peuvent être différenciées 472
Dipsacan. — Le dipsacan et le dipsacotine, une nouvelle matière colorante des Dipsacées 200
Dispersion. — La dispersion magnétique rotatoire dans la région infra-rouge du spectre 724
Distinction. — Distinction à un savant français . . . 315
Droit. — Le droit pur 190

E

Eaux. — Filtration, stérilisation et épuration des eaux potables et des eaux employées dans l'industrie 330
— L'eau dans l'industrie 463
— Analyse thermo-dynamique de certaines propriétés de l'eau 975
Eclairs. — Photographie d'éclairs ou d'étincelles . . 898
Ecole. — Ecole coloniale d'Agriculture de Tunis . . . 103
— Ecole Polytechnique 205
Ecorce. — Les marées de l'écorce terrestre 241
Effet. — Expériences sur l'effet Joule-Kelvin, particulièrement à des températures basses 554
— Essai pour découvrir quelques effets électro-optiques 609
Egypte. — La production du coton en Egypte 189
Elasticité. — Un appareil à miroir pour mesurer les variations élastiques de longueur 478

Elasticité. — Les limites élastiques du fer et de l'acier sous des variations cycliques de tension. 685
— Utilisation de l'énergie emmagasinée dans l'élasticité. 685
Electricité. — L'emploi de l'électricité pour le dégel de la neige 4
— The mathematical theory of Electricity and Magnetism. 229
— L'Electricité dévoilée. 229
— Modern electrical theory. 425
— Recueil de problèmes avec solutions sur l'Electricité et ses applications pratiques 426
— Die atmosphärische Elektrizität 602
— Le passage de l'électricité à travers les milieux gazeux 795
— Une expérience d'électricité. 938
Electrisation. — L'électrisation de contact en Biologie **694**
Electro-chimie. — L'industrie électro-chimique en Suisse 479
Electrons. — Sur l'hypothèse de l'existence d'électrons positifs dans les tubes à vide 470
— Sur la masse inerte des électrons en mouvement. 724
— Les vitesses initiales des électrons engendrés par la lumière ultra-violette. 898
Electrostatique. — Electrostatique 752
Electro-thermie. — Les expériences récentes sur le traitement électro-thermique des minerais de fer. **113**
Emanation. — L'action de l'émanation du radium sur l'eau 56
— Le spectre de l'émanation du radium 98
Embryologie. — Revue annuelle d'Embryologie . . . **266**
Emission. — Recherches au sujet de l'énergie d'émission électronique 387
— La relation qui existe entre la température et le pouvoir d'émission des métaux 523
Endosmose. — Le pouvoir dessiccateur de l'endosmose. 387
Energie. — Une revision des lois fondamentales de la matière et de l'énergie 102
— La loi de distribution de l'énergie dans les systèmes électriques. 343
— La dégradation de l'Energie. 511
— La transformation de l'énergie solaire en puissance mécanique 528
Enfants. — La pratique des maladies des enfants. T. I. Introduction à la médecine des enfants. . . 825
Engrais. — La diffusion des engrais salins dans la terre 151
Enseignement. — L'Enseignement technique industriel et commercial en France et à l'Etranger 315
Enzyme. — The nature of enzyme action. 677
Episcotistère. — Episcotistère à miroirs 936
Equation. — Sur l'équation fonctionnelle de Fredholm et quelques-unes de ses applications. 329
— L'équation d'état de Van der Waals, dans le cas de l'état solide 363
— Dispositif électrique pour évaluer les formules et résoudre les équations 610
— La théorie des équations intégrales 798
— L'équation de Fredholm et les problèmes de Dirichlet et de Neumann 1016
Equilibre. — Les lois de déplacement de l'équilibre et le principe de Le Châtelier 384
Erreur. — La connaissance et l'erreur. 680
Eruption. — L'éruption de l'Etna en avril-mai 1908. 1re partie : Les phénomènes éruptifs **298**
— 2e partie : Les produits de l'éruption **362**
— L'hypothèse des éruptions solaires. **195**
Esperanto. — Les progrès de l'Esperanto. **223**
Estomac. — Diagnostic et traitement des maladies de l'estomac 93
Etalon. — Un comparateur de longueurs d'onde pour les étalons de longueur 758
— L'emploi des traits de longueur d'onde comme lignes de définition sur les étalons de longueur . 758
Ether. — Le partage de l'énergie entre la matière pondérable et l'éther **11**
— Les idées nouvelles sur les vitesses relatives des diverses vibrations lumineuses dans l'éther interstellaire **350**
Etna. — L'éruption de l'Etna en avril-mai 1908. 1re partie : Les phénomènes éruptifs. **298**
— 2e partie : Les produits de l'éruption **362**
Etoiles. — Sur l'amas d'étoiles Messier 67. 554
— The study of stellar evolution. An account of some recent methods of astrophysical research. . 601
Evolution. — Albert Gaudry et l'évolution du monde animal **245**
Exode. — L'exode montagneux en France 569
Expansion. — L'Expansion allemande hors d'Europe (Etats-Unis, Brésil, Chantoung, Afrique du Sud) . 142
Expédition. — L'Expédition antarctique du lieutenant Shackleton 348
Explosifs. — Les explosifs et leur fabrication 378
Exposition. — Exposition internationale de locomotion aerienne 478
Extracto œnomètre. — L'extracto-œnomètre et le disque extracto-œnométrique de M. Dujardin . . 728

F

Falun. — Etude sommaire des Mammifères fossiles des faluns de la Touraine. 679
Faune. — Catalogue de la faune brésilienne. I. Les oiseaux du Brésil 190
Fer. — Relations qui existent chez les composés du fer entre la constitution chimique et les propriétés magnétiques. 974
Ferment. — Le ferment alcoolique du suc de levure. IV. La fermentation du glucose, du mannose et du fructose par le suc de levure. 827
Ferrosilicium. — Les dangers du ferrosilicium. . . . 103
Feuilles. — Le transport de l'acide carbonique à travers les feuilles 344
— Relation entre la forme des feuilles et la consommation de lumière 481
— L'échauffement spontané des feuilles végétales vivantes 764
Filtration. — A propos de la filtration des solutions colloïdales 295
Flamme. — L'effet d'un champ magnétique sur la conductivité électrique de la flamme 826
Fleurs. — Recherches sur les couleurs et les pigments des fleurs, spécialement dans leurs rapports avec la génétique 730
Flore. — Flore analytique de poche de la Lorraine et des contrées limitrophes. 92
— Notices sur des plantes utiles ou intéressantes de la flore du Congo. 427
— Les îles Canaries. Flore de l'Archipel . . . 792
Florence. — Florence. 56
Fluides. — Sur la pression intérieure des fluides . . 519
Foie. — Traitement chirurgical actuel des kystes hydatiques du foie et de leurs complications. . . . 285
Folie. — Travail et folie 892
— Les folies raisonnantes. Le délire d'interprétation. 930
Fonctions. — La théorie des ensembles et les progrès récents de la théorie des fonctions **315**
— Leçons sur les fonctions définies par les équations différentielles du premier ordre 576
Fonds. — Précis d'analyse des fonds sous-marins actuels et anciens. 189
Forces. — Le calcul des forces électromotrices à l'aide des données thermiques. 576
Fortification. — Fortification cuirassée 511
Fossiles. — Catalogue descriptif des fossiles nummulitiques de l'Aude et de l'Hérault. 2e partie : Corbières septentrionales. 645
Four. — Un nouveau produit du four électrique ; le silundum 150
— Réglage automatique d'un four électrique à résistance 608
Fourmi. — La fourmi rouge de Ceylan. 940
Fraudes. — A propos du service de la répression des fraudes. 203
— La répression des fraudes sur les produits alimentaires. 602
Froid. — La production mécanique du froid 188
— Le 1er Congrès international du froid **206**

G

Galvanomètre. — Un nouveau type de galvanomètre à vibration bifilaire 562
Gaz. — Contributions à la théorie des mouvements infiniment petits d'un gaz hétérogène 376
Générateurs. — La régularisation automatique des générateurs électriques 282
— Génératrices électriques à courant continu. . . . 330
— Théorie du générateur à courant alternatif. . . . 521
Géographie. — Géographie sociale : La mer 44
— Revue de Géographie annuelle. 678
Géologie. — Revue annuelle de Géologie. 1re partie . **414**
— 2e partie **452**
— La loi de position en Géologie **621**

Géotropisme. — Le problème du géotropisme et la théorie des statolithes **215**
Glace. — Phénomènes de la congélation des rivières. Causes de la formation de la glace intérieure fluviale 92
Glossines. — Le rôle des Glossines dans la transmission des trypanosomiases **956**
— Le développement du *Trypanosoma gambiense* chez la *Glossina palpalis* 971
Glucosides. — Action des bacilles acido-résistants sur 43 glucosides 561
Gluten. — L'état physique du gluten 340
Goitre. — Recherches sur l'étiologie du goître endémique 338
Graines. — La perméabilité sélective des enveloppes des graines de *Hordeum vulgare* 431
— Les ferments et la vie latente des graines au repos. 609
— La résistance des graines de légumineuses aux températures élevées 940
Graisses. — Introduction à l'étude des matières grasses 189
— Technologie et analyse chimique des huiles, graisses et cires 556
Grossissement. — La mesure précise du grossissement vrai des instruments d'Optique 1025
Guyane. — Recherches sur les bois de la Guyane . . 1019

H

Halos. — Sur la théorie des halos 821
Haut fourneau. — Expériences sur un haut fourneau électrique en Suède 799
Hélices. — Sur les hélices de sustentation 384
Hélium. — Libération de l'hélium des minerais radioactifs par le broyage 651
Hérédité. — Mendel's principles of Heredity 965
Hermaphroditisme. — Existence de l'hermaphroditisme protandrique chez le *Crepidula fornicata* . . 827
Hexose. — Le phosphate d'hexose formé par le suc de levure aux dépens de l'hexose et du phosphate 971
Hommage. — Hommage à Avogadro 653
Hongrie. — La Hongrie au xxe siècle 890
Huiles. — Les rayonnements des huiles siccatives . . 478
— Technologie et Analyse chimique des huiles, graisses et cires 556
Hydrolyse. — L'hydrolyse fluorhydrique et la constitution des matières albuminoïdes **839**
Hygiène. — Traité d'Hygiène, t. XII. Hygiène industrielle 427
— Notions d'Hygiène alimentaire 892
Hystérèse. — Influence de la température sur la perte par hystérèse dans le fer dans un champ rotatif. 562
Hystérésigraphe. — Hystérésigraphe 471

I

Immunité. — Traité de technique et méthodique des recherches sur l'immunité 557
— Le mécanisme de l'immunité (anticorps, antigènes et déviation du complément) 1020
Inde. — Annuaire des Établissements français dans l'Inde pour l'année 1908 333
Indo-Chine. — Les publications du Service géologique de l'Indo-Chine 390
— Le Service des Mines en Indo-Chine 480
Inductance. — Méthode pour comparer l'inductance mutuelle à la résistance au moyen des courants alternatifs biphasés 98
Induction. — Induction électrostatique à travers des isolateurs solides 795
Industrie. — Les dispositifs mécaniques des industries chimiques et métallurgiques 513
— Les industries chimiques en Italie 691
— La chimie industrielle moderne, t. I. Industrie chimique minérale. Métalloïdes 821
Institut. — Recueil de l'Institut botanique Leo Errera. 379
— L'Institut Pasteur de Tokyo 692
— L'Institut de Biologie agricole d'Amani (Afrique orientale allemande) 864
Institution. — La « Carnegie Institution » de Washington 900
Intégrale. — Vorlesungen über bestimmte Integrale und die Fourierschen Reihen 887
Intelligence. — La naissance de l'intelligence . . . 824
Intestin. — L'examen fonctionnel de l'intestin par le régime d'épreuve 380
Ionisation. — L'ionisation produite par une particule α. 795
Ions. — La charge spécifique des ions émis par les corps chauffés 54
— Ionisation par le phosphore et phosphorescence 97
— Les charges des ions dans les gaz et l'effet de la vapeur d'eau sur le mouvement des ions négatifs. 195
— Les ions gazeux à charge double 431
— Recherches relatives à la charge des ions gazeux. 724
— La mobilité des ions des atomes radio-actifs résiduels et la masse de l'ion gazeux . . . . .
Isolants. — Les isolants en Électrotechnique 282
Italie. — Les industries chimiques en Italie 691
— Autriche et Italie 1020
Ixodoidea. — Ticks. A monograph of the Ixodoidea Part I. Argasidæ 603

J

Jardins. — Les jardins zoologiques à l'Etranger . . . 481
— Les ennemis de nos jardins 717
Jubilé. — Le Jubilé de Darwin à Cambridge 613
Jupiter. — Le huitième satellite de Jupiter 201
Jurassique. — Le Jurassique inférieur et moyen de la bordure nord-est du bassin de Paris 513

K

Krypton. — Sur la réfraction et la dispersion du krypton et du xénon et leur rapport avec celles de l'hélium et de l'argon 238
Kystes. — Traitement chirurgical actuel des kystes hydatiques du foie et de leurs complications . . . 285

L

Laboratoire. — Le Laboratoire d'essais du Conservatoire national des Arts et Métiers 761
Labyrinthe. — Structure anatomique et les relations du labyrinthe chez le reptile, l'oiseau et le mammifère 196
— Le labyrinthe de l'oreille comme organe des sens mathématiques de l'espace et du temps 230
Laines. — Absorption de l'humidité de l'atmosphère par les laines 896
Laminaria. — Reproduction et commencement du développement du *Laminaria digitata* et du *L. saccharina* 828
Lampes. — L'action du courant alternatif sur les lampes au tantale 202
Latitudes. — La variation des latitudes 2
Légumineuse. — La résistance des graines de légumineuses aux températures élevées 940
Levure. — Le ferment alcoolique du suc de levure. IV. La fermentation du glucose, du mannose et du fructose par le suc de levure 827
— Le phosphate d'hexose formé par le suc de levure aux dépens de l'hexose et du phosphate 971
Lignite. — Tourbe et lignite. Fabrication et emplois en Europe 91
Locomotive. — La machine locomotive 187
Logé. — Les loges de concierge et les chambres de domestiques au point de vue de l'hygiène 941
Logique. — Logique et Mathématiques. Essai historique et critique sur le nombre infini 424
Loi. — La loi de position en Géologie **624**
— La loi de Magendie; le temps physiologique . . . **669**
Longévité. — La distribution de la longévité en Angleterre et dans le Pays de Galles 568
Longueurs. — L'échelle des longueurs d'onde 862
Lorraine. — Flore analytique de poche de la Lorraine et des contrées limitrophes 92
Lumière. — Théorie de la lumière 378
— Absorption de la lumière stellaire dans l'espace. 477
— L'effet de la lumière sur les matières colorantes du sang et les corpuscules rouges 899
— Deux états d'adaptation rétinienne à la lumière . . 936
Luminescence. — Recherches sur la production d'une luminescence dans un récepteur à vide se mouvant près d'un champ électrostatique 98

M

Madagascar. — *Sertum madagascariense*; étude systématique de deux collections de plantes récoltées à Madagascar 717

Magnétisme. — The mathematical theory of Electricity and Magnetism 229
— Recherches sur le Magnétisme terrestre . . . **182**
— Relations qui existent chez les composés du fer entre la constitution chimique et les propriétés magnétiques 974
Malades. — Le régime alimentaire des malades. Considérations pratiques sur les aliments et les boissons diététiques et sur l'Hygiène de l'Alimentation 190
Maladies. — La pratique des maladies des enfants, t. I. Introduction à la médecine des enfants 825
Mammifères. — Etude des Mammifères miocènes des sables de l'Orléanais et des falunes de la Touraine. 556
— Etude sommaire des Mammifères fossiles des falunes de la Touraine 679
Maquis. — Les formations botaniques des maquis de la Corse 979
Marées. — Les marées de l'écorce terrestre 241
Mars. — La climatologie de la planète Mars. **68**
— La planète Mars et ses conditions d'habitabilité. 676
— Les dimensions et la fonction des canaux de Mars. 971
Mascarets. — Sur les mascarets dus aux marées . . 98
Mathématiques. — Lectures sur l'histoire des Mathématiques 43
— Traité de Mathématiques générales 187
— Guide à travers la littérature mathématique . . . 329
— Logique et Mathématiques. Essai historique et critique sur le nombre infini 424
— Sully-Prudhomme mathématicien. **657**
Matière. — Le partage de l'énergie entre la matière pondérable et l'éther **14**
— Une revision des lois fondamentales de la matière et de l'énergie 102
— Le problème de la conservation de la matière . . 294
Matrices. — Sur les groupes de matrices linéaires non invertibles 820
Mécanique. — Revue de Mécanique appliquée . . . **30**
— Lectures de Mécanique. La Mécanique enseignée par les auteurs originaux. L'organisation de la Mécanique 926
Médaille. — Les médailles de la Société Royale de Londres. 937
Médecine. — Revue annuelle de Médecine **367**
Médicament. — Les médicaments usuels. 859
Mélanges. — Contribution à la théorie des mélanges binaires 148, 388
— Contribution à la théorie des mélanges binaires. XIV. Condensation rétrograde double 564
Mer. — Géographie sociale. La mer. 44
Mercerisage. — Le mercerisage et les machines à merceriser 1017
Mercure. — Le diamètre de Mercure 343
Mesure. — Mesures et instruments de mesures électrotechniques. 789
Métallographie. — Recherches métallographiques effectuées à l'Institut de Chimie minérale de Göttingen **107**
Métallurgie. — L'Industrie minérale et la production métallique de la France, en 1906 et 1907. 131
— Guide pratique du Chimiste métallurgiste et de l'essayeur 229
— Manuel du chimiste métallurgiste pour l'industrie des métaux autres que le fer 330
— Expériences de laboratoire en Métallurgie 889
Métaux. — Les effets photographiques des métaux. . 5
— L'état amorphe des métaux 194
— Expériences photo-électriques sur les métaux alcalins. 342
— Industrie des métaux secondaires et des terres rares 512
— Une détermination approximative des points d'ébullition des métaux 758
— La volatilisation des métaux lourds par l'action du monoxyde de carbone et son application industrielle. 763
Météore. — L'observation systématique des traînées météoriques persistantes 53
Météorologie. — Comparaisons graphiques des valeurs mensuelles, saisonnières et annuelles des principaux éléments météorologiques dans diverses stations françaises pour l'année 1906. 43
— The climate and meteorology of Australia. Rainfall map of the Commonwealth of Australia . . . 377
— Le Service météorologique de l'Exposition aéronautique de Francfort. 761
— National Antarctic Expedition (1901-1904); Meteorology. Part I. Physical observations. 788
Météorologie. — L'étude de la Météorologie intertropicale par les sondages aériens. **834**
Meuse. — Etude sur la vallée lorraine de la Meuse. . 464
Mica. — Recherches diélectriques sur le mica. . . . 55
Micro-balances. — Micro-balances sensibles et nouvelle méthode pour peser de faibles quantités. . 826
Minerais — Les expériences récentes sur le traitement électro-thermique des minerais de fer . . . **443**
— Préparation mécanique des minerais. 643
— Traitement électrique des minerais titanifères . . 863
Mines. — Le Service des Mines en Indo-Chine. . . . 480
Monument. — Souscription internationale pour l'érection d'un monument à E.-J. Marey. 57
— L'inauguration du monument de Brouardel . . . 653
Mort. — Le rappel à la vie, en cas de mort apparente, à l'aide des courants électriques 802
Morvan. — Le Morvan. Etude de géographie humaine. 928
Mosquero. — Le Mosquero 980
Moteur. — Le moteur Diesel à combustion intérieure. 236
Mouches. — La biologie et l'histoire des mouches Tsé-tsé **916**
Moûts. — L'azote assimilable des moûts et des bières. 799
Muscles. — L'innervation réciproque des muscles antagonistes. XII. Les réflexes proprioceptifs. . . . 340

N

Nappes. — Le rôle des nappes de charriage dans la structure des Alpes occidentales et orientales . . **153**
Nature. — L'œuvre de la Chimie contre l'œuvre de la Nature **912**
Navigabilité. — La navigabilité du Rhône **541**
Navigation. — La télégraphie sans fil appliquée à la navigation 150
— Les récents progrès de la navigation sur le Rhône supérieur. 392
— Navigation. (Instruments. Observations. Calculs). 855
Navires. — Les navires à propulsion électrique. . . 3
— La distribution de l'énergie électrique à bord des navires. 347
Neige. — L'emploi de l'électricité pour le dégel de la neige. 4
— Enlèvement de la neige dans les villes. 560
Néon. — Sur une propriété curieuse du néon. 683
Nerf. — L'examen, à l'aide du galvanomètre à corde, des courants du nerf vague 295
— Sur les nerfs du faisceau atrio-ventriculaire. . . 472
Nickels. — Résistivité et thermo-électricité des nickels et de leurs alliages usuels. Applications industrielles. **777**
Nivellement. — L'état actuel des travaux du nivellement général de la France. 526
Nombre. — Logique et Mathématiques. Essai historique et critique sur le Nombre infini 424
— Théorie des nombres algébriques 961
Normandie. — Les paysans de la Normandie orientale Etude géographique sur les populations rurales du Caux et du Bray, du Vexin normand et de la vallée de la Seine. 857
Nuages. — Sur les fréquences de l'état journalier moyen des nuages du ciel à Batavia. 148

O

Objectifs. — Un appareil pour mesurer le pouvoir définissant des objectifs. 520
Observations. — La précision des observations astronomiques. 434
Observatoire. — Vingtième Bulletin chronomométrique de l'Observatoire national astronomique, chronométrique et météorologique de Besançon. 887
Océanographie. — Les récentes recherches océanographiques en Norvège **84**
Odeur. — Sur des corrélations d'odeur, en rapport avec des expériences de M. J. Hermanides 759
Œil. — Sur l'œil des oiseaux et le rôle du peigne. . 683
Œuvres. — La publication des œuvres de Pierre Curie **438**
Oiseaux. — A propos du vol des oiseaux. 54
— Sur l'œil des oiseaux et le rôle du peigne 683
Ondes. — Théorie de la propagation des groupes d'ondes dans les milieux dispersifs. 237
— L'amortissement des ondes du mercure. 798
— La télégraphie sans fil et les applications pratiques des ondes électriques. 887

Optique. — The theory of light. A treatise on physical Optics. 378
— Cours de Physique, t. IV. Optique. Etude des instruments 643
— Magneto und Elektro-Optik 677
— La mesure précise du grossissement vrai des instruments d'Optique 1025
Or. — Propriétés physiques des feuilles d'or à haute température 971
Orages. — L'électricité de la pluie et son origine dans les orages avec tonnerre. 431
Orion. — Sur l'origine de certaines lignes dans le spectre de ε Orion (Alnitam). 795
Orthopédie. — L'Orthopédie indispensable (Tuberculoses externes, Déviations, etc.). 142
Oscillations. — La production d'oscillations électriques régulières dans les circuits clos et une méthode d'essai des récepteurs radiotélégraphiques. 385
— Expériences relatives à un nouveau générateur d'oscillations à haute fréquence. 830
— Les oscillations électromagnétiques et la télégraphie sans fil. 927
Ossement. — Le plus vieil ossement humain. 615
Ostéologie. — Musée ostéologique. Etude de la faune quaternaire. Ostéométrie des Mammifères 93
Oxydases. — Oxydases et diastases. **918**
Oxygène. — Appareils de sauvetage à oxygène liquide. 519
— L'oxygène industriel. **923**

P

Pancréas. — La théorie de la sécrétion du pancréas. 475
— La production du suc pancréatique sous l'influence de la sécrétine 729
— Observations sur l'urine dans les maladies du pancréas 757
Paralysie. — Transmission expérimentale de la paralysie infantile au singe 981
Parfum. — Le parfum chez la plante. 426
Parole. — La photographie de la parole. Application à la téléphonie 289
Particule. — L'ionisation produite par une particule α. 795
— Une réflexion diffuse des particules α. 796
— Le dénombrement des particules α à l'aide de la scintillation et sur la grandeur de la quantité élémentaire d'électricité 974
Pathologie. — Pathologie végétale. Maladies parasitaires. Champignons. Bactéries 284
Paysan. — L'alimentation du paysan finlandais. . . . 204
Pellagre. — La pellagre. 514
Perse. — La Perse d'aujourd'hui (Iran, Mésopotamie). 556
Pesanteur. — La détermination de la pesanteur à la surface de la Terre 511
Peuplement. — Le peuplement des places vides dans la Nature et l'origine des adaptations **8**
Phénomènes. — Les anneaux de Nobili, les photographies colorées et les phénomènes de Hall dans les électrolytes 97
— Remarques sur le phénomène de Zeeman 518
Philosophie. — Les sciences philosophiques. Leur état actuel 859
— La philosophie moderne. 859
Phosphorescence. — Ionisation par le phosphore et phosphorescence 97
Photo-électrique. — Sur l'effet photo-électrique du platine et du cuivre dans la lumière ultra-violette polarisée 975
Photogrammétrie. — La photogrammétrie comme application de la Géométrie descriptive. 643
Photographie. — Les effets photographiques des métaux 5
— Les anneaux de Nobili, les photographies colorées et les phénomènes de Hall dans les électrolytes. 97
— Photographie d'éclairs ou d'étincelles 898
Photogravure. — Sur la théorie des trames utilisées en photogravure 97
Photomètre. — Les principes physiologiques qui sont à la base du photomètre à papillottement. . . . 97
Phtisie. — Traitement rationnel de la phtisie. . . . 755
Physico-chimie. — Physico-Chimie et Psychologie . . **982**
Physiologie. — Physiologie végétale. 45
— Revue annuelle de Physiologie, 1re partie : Généralités **703**
— 2e partie : Circulation, respiration, systèmes nerveux et musculaire **743**
Physique. — Cours de Physique, t. IV : Optique. Etude des instruments 643
Physique. — Traité de Physique. Diffraction. Double réfraction et polarisation de la lumière 821
Piles. — Les limites de sensibilité des piles thermo-électriques 762
— Les amalgames de cadmium et la pile normale de Weston. 933
Piroplasmose. — Un remède contre la piroplasmose du chien (jaunisse maligne) et celle du bétail . . 828
Planète. — A la recherche de la planète transneptunienne 149
— Les planètes et leur origine 751
Plantes — Maladies des plantes cultivées. I. Maladies non parasitaires. II. Maladies parasitaires. . . . 891
Pluies. — Sur la durée des grosses pluies à Batavia. 373
— The climate and meteorology of Australia. Rainfall map of the Commonwealth of Australia . . . 377
— L'électricité de la pluie et son origine dans les orages avec tonnerre 431
Pluralisme. — Le pluralisme 557
Poids atomiques. — La nouvelle table internationale des Poids atomiques 102, 243, 979
Poissons. — Carènes et poissons. Stabilisation par les nageoires. **617**
— Nouvelles expériences sur la forme et la stabilité des poissons **913**
Polarisation. — Dispersion anormale de la polarisation rotatoire magnétique 51, 563
— Polarisation et saccharimétrie. 822
Polyèdre. — Sur un groupe de polyèdres admettant des plans diagonaux, déduit de polytopes 147
Polypnée. — Sur le centre de la polypnée 283
Pompe. — Nouvelle pompe à mercure automatique . 682
Ponts. — Cours de ponts métalliques 329
Population. — Le mouvement de la population française en 1908 616
Portugal. — Système silurique du Portugal. Etude de Stratigraphie paléontologique. 426
Potassium. — Le spectre d'absorption de la vapeur de potassium 971
Potentiomètre. — L'emploi du potentiomètre sur les circuits à courant alternatif 238
Pression. — Sur la pression osmotique des solutions aqueuses de ferrocyanure de calcium. I. Les solutions concentrées. 99
— Mesures des petites pressions. 240
— Les fluctuations de pression rapides et périodiques 342
— Les pressions osmotiques « dynamiques ». . . . 652
Prévision. — L'évolution des dépressions barométriques et les règles de prévision de M. Guilbert. **393**
Prisme. — Sur un prisme à interférences à surfaces planes et parallèles 431
Prix. — Rapport sur le Prix Osiris à décerner en 1909. **571**
Probabilités. — Notions fondamentales de la Théorie des Probabilités. 90
— Eléments de la Théorie des probabilités. 787
Problèmes. — Récréations mathématiques et problèmes des temps anciens et modernes 554
— L'équation de Fredholm et les problèmes de Dirichlet et de Neumann 1016
Projectiles. — La lutte d'artillerie navale et les projectiles chargés en explosif **252**
— La trajectoire d'un projectile de fusil dans l'air . 561
Protéines. — The general characters of the proteins . 789
Protoplasma. — Les différenciations protoplasmiques et l'activité cellulaire. **766**
Pulsation. — De la fréquence des pulsations cardiaques chez la souris 863
Pyrhéliomètre. — Le télescope pyrhéliométrique et la mesure de la constante solaire 193

R

Rachianesthésie. — La rachianesthésie générale. 860, 864
Radiation. — La théorie statistique de la forme de la courbe d'oscillation pour la radiation émise par un corps noir. 561
Radio-activité. — Observations, en ballon libre, de la radio-activité atmosphérique 149
— Une nouvelle méthode de préparation des produits de décomposition radio-actifs 341
— Sur la chaleur dégagée par les corps radio-actifs. 683
— La radio-activité de la matière ordinaire. 937
Radiologie. — Atlas de radiologie normale. 605
Radiotélégraphie. — Sur la radiotélégraphie dirigée . 52
— L'influence de la lumière du jour sur la portée des stations radio-télégraphiques. 366

Radiothérapie. — Un nouveau procédé de radiothérapie 764
— Technique radiothérapique 892
Radium. — L'action de l'émanation du radium sur l'eau 56
— Le spectre de l'émanation du radium 98
— L'expulsion de la matière radio-active dans les transformations du radium 651
— L'action de l'émanation du radium sur les éléments du groupe du carbone 899
— L'action thérapeutique du radium sur le cancer . **902**
— La production du radium aux dépens de l'uranium. 933
Radiumthérapie. — Radiumthérapie 645
Rayons. — La réflexion et le rayonnement secondaire des rayons cathodiques lents 99
La stérilisation de l'eau et des liquides par les rayons ultra-violets 244
— Le passage des rayons de Röntgen à travers les gaz et les vapeurs 385
— La vitesse des rayons cathodiques émis par les substances exposées aux rayons γ du radium . . 385
La vitesse de propagation des rayons acoustiques à courte longueur d'onde 436
— Sur le manque de symétrie présenté par les rayons X secondaires 521
— La transformation des rayons X 521
— Recherches sur la conduction de l'électricité dans les vapeurs électro-négatives et sur les rayons X. 523
— Méthode de démonstration directe de la charge des rayons α 524
— La matière radiante et les rayons magnétiques . 644
— L'absorption des rayons homogènes par la matière, et sur la variation de l'absorption des rayons avec la vitesse 827
Rayonnements. — Les rayonnements métalliques. . . 346
— Les rayonnements des huiles siccatives 478
Récréations. — Récréations mathématiques et problèmes des temps anciens et modernes 554
Réflexion. — Le pouvoir de réflexion de l'alcool éthylique 475
Réfraction. — La contraction de volume et le pouvoir de réfraction 201
— Conséquences régulières de la réfraction irrégulière dans le Soleil 975
Régimes. — L'Alimentation et les Régimes chez l'homme sain ou malade 232
— Le régime alimentaire des maladies 465
République Argentine. — Le développement économique de la République Argentine 204
— Étude des prétendues scories et terres cuites de la série pampéenne de la République Argentine . 890
Réseaux. — Sur des réseaux quadridimensionaux et leurs sections avec des espaces 148, 343
— Les copies de réseaux de diffraction à surface métallique 974
Résistance. — La résistance de l'air et les récentes expériences de M. G. Eiffel **78**
— Méthode pour comparer l'inductance mutuelle à la résistance au moyen des courants alternatifs biphasés 98
— Résistances photo-électriques pour la transmission télégraphique des photographies et documents graphiques 294
— La résistance à la rupture de la barre droite à sections multiples 522
Résistivité. — Résistivité et thermo-électricité des nickels et de leurs alliages usuels. Applications industrielles **777**
Revue. — Revue de Mécanique appliquée **30**
— Revue annuelle de Chimie physiologique, 1re partie : Les principes immédiats organiques **128**
— 2e partie : Digestion, sang, échanges nutritifs . . **175**
— Revue annuelle d'Embryologie **266**
— Revue annuelle de Médecine **367**
— Revue annuelle de Géologie. 1re partie. **411**
— 2e partie **452**
— Revue annuelle de Chimie minérale. **548**
— Revue annuelle d'Agronomie **631**
— Revue annuelle de Physiologie. 1re partie : Généralités **703**
— 2e partie : Circulation, respiration, systèmes nerveux et musculaire **743**
Revue annuelle de Zoologie. 1re partie : Zoologie générale **815**
2e partie : Zoologie spéciale **877**
— Revue annuelle d'Anatomie **1002**
Rhin. — Les récents progrès de la navigation sur le Rhin supérieur 392
Rhône. — La navigabilité du Rhône. **541**
Rivières. — Phénomènes de la congélation des rivières. Causes de la formation de la glace intérieure fluviale 92
— La forme du lit des rivières à fond mobile 1016
Roches. — Les roches et les minéraux des roches . 359
— Détermination des roches 645
Rouge. — Sur la formation du rouge de para-nitraniline 651
Roumanie. — La récente croisière de la *Revue générale des Sciences* en Turquie, Roumanie, Crimée et Bulgarie (septembre-octobre 1909) . . **985**

S

Saccharimétrie. — Polarisation et saccharimétrie . . 822
Sahara. — Sahara soudanais 963
Sainte Croix. — La structure d'une île. Sainte-Croix, Antilles danoises 331
Sang. — La présence d'hémo-agglutinines, d'hémo-opsonines et d'hémolysines dans le sang des malades atteints de maladies infectieuses ou non. . 562
— La coagulation du sang **591**
— Méthode pour la détermination du volume total du sang contenu dans le corps vivant. 757
— L'effet de la lumière sur les matières colorantes et les corpuscules rouges 899
— La présence supposée d'oxyde de carbone dans le sang normal et dans le sang des animaux anesthésiés avec le chloroforme 1025
— La vacuolation des plaquettes du sang 1026
Scories. — Étude des prétendues scories et terres cuites de la série pampéenne de la République Argentine 890
Sécrétine. — La production du suc pancréatique sous l'influence de la sécrétine 729
Sécrétion. — Le mécanisme naturel pour évoquer la sécrétion chimique de l'estomac. 196
Séisme. — L'inscription instrumentale des séismes et la Physique du globe. 1re partie : L'enregistrement des tremblements de terre **58**
— 2e partie : Les causes des tremblements de terre. **147**
Sélénium. — Les propriétés électriques et optiques du sélénium métallique 566
Self-inductance. — La méthode de Pirani pour la mesure de la self-inductance d'une bobine . . . 340
Sens. — Le labyrinthe de l'oreille comme organe des sens mathématiques de l'espace et du temps . . 230
Serres. — La théorie des serres 389
Service. — Les publications du Service géologique de l'Indo-Chine 330
Sexes. — La proportion des sexes produits par les blancs et les gens de couleur à Cuba 338
Signaux. — La perception des signaux de chemins de fer 520
Silundum. — Un nouveau produit du four électrique : le silundum 150
Sismographe. — Principe d'un sismographe enregistrant l'accélération absolue des tremblements de terre 289
— Les sismographes modernes 337
Société. — La Société de Chimie physique 479
— La Société de secours des Amis des sciences . . 615
— Les Médailles de la Société royale de Londres . . 937
— La Société mathématique de Calcutta 977
Soies. — Les soies artificielles. 889
Soleil. — La forme du Soleil 101
— Le télescope pyrhéliométrique et la mesure de la constante solaire 193
— L'hypothèse des éruptions solaires. **195**
— Sur la période solaire de trente-cinq années de M. Lockyer. 564
— A propos de l'impossibilité des éruptions solaires. 690
— Sur la nature des flocules d'hydrogène sur le Soleil. 795
— Conséquences régulières de la réfraction irrégulière dans le Soleil 975
Solution. — Sur la pression osmotique des solutions aqueuses de ferrocyanure de calcium. I. Les solutions concentrées 99
— Une relation simple entre la densité et le degré de dissociation des solutions salines aqueuses . . . 240
— A propos de la filtration des solutions colloïdales. 295
— Les chaleurs spécifiques des solutions. 389
— La Thermodynamique des mélanges de solutions binaires et homogènes 654
— Sur le mécanisme du spectre d'absorption des solutions 898

SOLUTION. — Curieuse propriété des solutions cellulosiques 831
— Études sur les solutions colloïdales 888
SON. — La perception de la direction du son 971
SOURIS. — De la fréquence des pulsations cardiaques chez la souris 863
SPECTRE. — L'effet de la pression sur le spectre d'arc. 98
— Le spectre de l'émanation du radium 98
— Les spectres de lignes et la constitution des atomes. **171**
— Pouvoir rotatoire dispersif dans les régions visible et ultra-violette du spectre 238
— Dispersion de l'eau pour le spectre ultra-violet. . 240
— Effet de la pression sur le spectre d'arc. III. Argent. 431
— L'extrémité ultra-violette du spectre solaire . . . 476
— Influence de l'état des couleurs en solution sur leur spectre d'absorption 609
— L'effet de la pression sur le spectre de bandes des fluorures des métaux alcalino-terreux 796
— Le spectre de l'hydrure de magnésium 827
— Sur le mécanisme du spectre d'absorption des solutions 828
— Le spectre d'absorption de la vapeur de potassium. 971
— L'influence du milieu sur les raies des spectres d'étincelles 1027
SPECTROSCOPE. — Action du spectroscope à échelon et les résultats obtenus sur la structure de la ligne verte du mercure 610
SPECTROSCOPIE. — Spectroscopie astronomique 1017
SPIROCHÈTES. — Les modes de division du *Spirochæta recurrentis* et du *Spirochæta Duttoni* dans les organismes vivants 1026
SQUELETTE. — La découverte de deux squelettes néanderthaloïdes dans le bassin de la Dordogne et l'*Homo primigenius*. 56
STATOLITHES. — Le problème du géotropisme et la théorie des statolithes. **215**
STÉRILISATION. — La stérilisation de l'eau et des liquides par les rayons ultra-violets 244
STRATIGRAPHIE. — Système silurique du Portugal. Étude de stratigraphie paléontologique 426
SUC. — La production du suc pancréatique sous l'influence de la sécrétine 729
SUISSE. — L'industrie électro-chimique en Suisse. . . 479
— La Suisse au XXe siècle. Étude économique et sociale 716
SURFACES. — Sur la transformation continue et univalente de surfaces en elles-mêmes. . . 388, 796
— Les modèles de morceaux de surfaces minima. . 722
SYPHILIS. — Les injections mercurielles intra-musculaires dans le traitement de la syphilis 1.020

T

TABLES. — La Table internationale des poids atomiques, 102, 243, 979
— Tables physico-chimiques annuelles. 615
— Comité international des Tables annuelles physico-chimiques. 832
— Études sur l'établissement des tables de mortalité de population, mortalité professionnelle, mortalité dans le cas d'invalidité 887
TECHNIQUE. — Précis de Technique chimique, à l'usage des laboratoires médicaux. 752
— Précis de Technique histologique et embryologique. 859
— Technique radiothérapique 892
TEINTURE. — Une théorie de la teinture 567
TÉLÉAUTOCOPISTE. — Téléautocopiste isosynchrone pour la transmission télégraphique des dessins et de l'écriture à distance, ainsi que tous autres graphiques tracés ou imprimés 608
TÉLÉGRAPHIE. — La télégraphie sans fil appliquée à la navigation 150
— Une théorie des récepteurs et transmetteurs horizontaux en télégraphie sans fil 238
— Les progrès récents de la télégraphie et de la téléphonie sans fil **732**
— La télégraphie sans fil et les applications pratiques des ondes électriques. 887
— Les oscillations électro-magnétiques et la télégraphie sans fil 927
TÉLÉPHONIE. — Le problème téléphonique actuel en France 55, 201
— Les progrès récents de la télégraphie et de la téléphonie sans fil. **732**
— La Téléphonie sans fil. 856
TÉLÉVISION. — La première solution réelle du problème de la télévision. 727
TEMPÉRATURE. — Expériences aux basses températures. **808**
TEMPS. — La loi de Magendie. Le temps physiologique. **669**
TERRES. — Industrie des métaux secondaires et des terres rares. 512
THÉORÈME. — Sur un théorème de M. Painlevé. . . . 198
— Sur un théorème du calcul intégral dû à Gegenbauer. 388
THÉORIE. — La théorie des ensembles et les progrès récents de la théorie des fonctions. **315**
— Essai sur la notion de théorie physique de Platon à Galilée 554
THERMODYNAMIQUE. — Cours de Thermodynamique appliquée à l'équilibre des systèmes à phases gazeuse et liquide. 43
— Sur la déduction cinétique de la seconde loi principale de la Thermodynamique 148
— La Thermodynamique des mélanges de solutions binaires et homogènes 654
THERMO-ÉLECTRICITÉ. — Étude de quelques couples thermo-électriques 715
— Résistivité et thermo-électricité des nickels et de leurs alliages usuels. Applications industrielles. . **777**
— Sur le sens des courants thermo-électriques. . . 977
THERMOMÉTRIE. — Thermométrie et calorimétrie aux températures très basses **873**
THYROÏDE. — Appareil thyroïdien et sels de calcium. 833
TIBET. — L'exploration du Dr Sven Hedin au Tibet. . 296
TISSUS. — Effet de la chaleur sur l'état électrique des tissus vivants. 561
TOKYO. — L'Institut Pasteur de Tokyo. 692
TOPOGRAPHIE. — Les erreurs de la carte de France. Topographie d'exploration. 714
TOURBE. — Tourbe et lignite. Fabrication et emplois en Europe 91
TRAME. — Sur la théorie des trames utilisées en photogravure. 97
TRAVAIL. — Travail et folie 892
TREMBLEMENT DE TERRE. — L'Inscription instrumentale des seismes et la Physique du globe. 1re partie : L'enregistrement des tremblements de terre. . . **58**
— 2e partie : Les causes des tremblements de terre **177**
— Principes d'un sismographe enregistrant l'accélération absolue des tremblements de terre 289
— L'origine tectonique des tremblements de terre de Provence et d'Italie. 940
TRIPLET. — La loi de la variation de la raie moyenne d'un triplet 199
TRYPANOSOMA. — Le développement du *Trypanosoma gambiense* chez la *Glossina palpalis*. 971
TRYPANOSOMIASE. — Une nouvelle variété de trypanosomiase dans l'île de Zanzibar. 196
— Nouveaux résultats sur le traitement expérimental des trypanosomiases 338, 1026
— Le rôle des glossines dans la transmission des trypanosomiases **956**
TSÉ-TSÉ. — La biologie et l'histoire des mouches Tsé-tsé **916**
TUBE. — Sur les gaz formés dans les tubes à décharge. 3
— Sur l'occlusion du gaz résiduel et la fluorescence des parois en verre des tubes de Crookes 195
— L'occlusion des résidus gazeux dans les tubes à vide et la production des bulles gazeuses à la surface du verre 431
— Les courants continus produits par un champ alternatif dans les tubes de Geissler. 683
— Une nouvelle espèce de lueur dans les tubes à vide. 685
TUBERCULOSE. — Le traitement pratique de la tuberculose pulmonaire 380
TURBINES. — Les turbines à vapeur marines. 377

U

UNITÉS. — Travaux du Laboratoire central d'Electricité. Recherches sur les Unités électriques fondamentales 462
— L'unification des unités lumineuses 529
— Unités électriques. 963
UNIVERSITÉS. — Personnel universitaire. 152, 265, 729, 984
URANIUM. — La production du radium aux depens de l'uranium. 933
URANUS. — Sur le mouvement d'Uranus. 475
URINE. — Les réactions électriques de certaines bactéries appliquées à la recherche du bacille tuberculeux dans l'urine, au moyen d'un courant électrique. 828

V

VALENCE. — Les variations de la valence des éléments avec le volume aux très hautes pressions 979
VAPEUR. — La conductibilité spontanée de la vapeur non lumineuse de sodium. 798
VECTEUR. — Sur des distributions de vecteurs sur une surface 564
VENIN. — Action du venin. 430
VÉRITÉ. — La vérité scientifique, sa poursuite. . . . 604
VIANDES. — Le développement économique de la République Argentine. L'agriculture, l'élevage et l'industrie des viandes congelées. 204
VIBRATIONS. — Les idées nouvelles sur les vitesses relatives des diverses vibrations lumineuses dans l'éther intersidéral **350**
— La résistance qu'opposent les fils de fer aux vibrations électriques rapides. 524
VISCÈRES. — L'élasticité des ballons de caoutchouc et des viscères creux 970
VOL. — A propos du vol des oiseaux 54

W

WELWITSCHIA. — Nouvelles observations sur les *Welwitschia* 196

X

XÉNON. — Sur la réfraction et la dispersion du krypton et du xénon et leur rapport avec celles de l'hélium et de l'argon 238

Z

ZOOLOGIE. — Manipulations de Zoologie et de Botanique. 380
— Revue annuelle de Zoologie. 1re partie : Zoologie générale **815**
— 2e partie : Zoologie spéciale. **877**
— VIIIe Congrès international de Zoologie 980

TABLE ALPHABÉTIQUE DES AUTEURS[1]

A

Abeille de Perrin, 757.
Abel (O.), 343.
Abelous (J.-E.), 288, 336, 383, 558, 560, 681, 682, 756.
Abraham (H.), 193, 471, 719.
Abrami (P.), 1023.
Abramovicz (E.), 292.
Abry (R.), 682.
Achard (Ch.), 49, 96, 146, 235, 336, 383, 429, 469, 560, 607, 682, 721, 794, 969, 1024.
Adhémar (R. d'), 335, 376, 1016.
Agamennone (G.), 432.
Agnew (J.-W.), 239.
Agulhon (H.), 516.
Aimé (P.), 721.
Alamartine (H.), 429.
Alcock (Mlle M.), 686.
Alessandri (C.), 432, 687, 896.
Alessio (A.), 432.
Alexander (J.), 387.
Alexeieff (A.), 721, 1024.
Alezais, 97, 288, 384, 560, 650, 757, 1024.
Allan (J.), 387.
Allemand-Martin (A.), 793.
Allen (H.-S.), 430.
Alliot (H.), 826.
Allmand (A.-J.), 1026.
Almagia (R.), 292.
Alomar (J.), 235.
Alquier (L.), 193.
Alty, 686.
Amadori (M.), 292.
Amaduzzi (L.), 292.
Amagat (E.), 467, 516, 519.
Ambard (L.), 95, 96.
Ambiard (L.-A.), 50.
Amodeo (F.), 687.
Ancel (P.), 336, 383, 469, 933, 969.
Andel (M.-A. van), 796.
Andérodias (J.), 825.
Anderson (Mlle E.-A.), 522.
Anderson (W.-C.), 387.
Andouard (P.), 146.
Andoyer (H.), 143, 787.
Andrade (J.), 820.
André (Ch.), 751.
André (E.), 794.
André (G.), 94, 147, 229, 234, 606, 648.
André-Thomas, 650, 793.
Andrew (J.-H.), 758.
Angeli (A.), 432, 893.
Angelucci (O.), 687.
Anglada (J.), 430, 469.
Angot (A.), 49, 95, 144, 233, 337, 466, 605, 648, 681, 826, 860, 893, 894, 967.
Anthony (R.), 793, 967.
Antoniadi (E.-M.), 967.
Apsit (J.), 648, 794.
Arctowski (H.), 48, 286.
Argenlieu (T. d'), 334.
Ario, 560.
Arloing (F.), 49, 96.
Arloing (S.), 1021.
Armand-Delille (P.-F.), 469, 721, 1020.
Armstrong (H.-E.), 430.
Arnaud (A.), 719, 895.
Arnoux (R.), 233, 236.
Arsandaux (H.), 192, 335, 382, 466, 893, 894, 1023.
Arthus (M.), 428, 566.
Artini (E.), 292.
Ascoli (M.), 49.
Astier (P.), 515.
Athanasiadis (G.), 894.
Athanasiu (J.), 50, 756.
Aubaret (E.), 722.
Aubaret (M.), 607.
Aubel (Ed. van), 979, 1021.
Aubert, 468, 470, 560.
Aubert (P.), 969.
Aubertin (Ch.), 96, 649, 1023.
Aubin (Eugène), 556.
Auché (A.), 96, 721.
Auché (B.), 518, 794.
Audibert (V.), 1024.
Audouin, 967.
Audouin (E.), 1017.
Audrain (J.), 428.
Auer von Welsbach (C.), 147, 935.
Auger (V.), 471, 967, 970.
Auld (S.-J.-M.), 291, 522.
Austerweil (G.), 467.
Autonne (Léon), 286, 376, 820.
Auwers (A.), 563.
Aynaud (M.), 96, 235, 682, 721.
Azambuja (L. d'), 428, 468, 825.

B

Babes (Al.), 236, 336.
Babes (V.), 50, 193, 236, 336, 608, 895.
Babinski (Dr), 429.
Babonneix (L.), 384, 469, 757, 969.
Backman (E.-L.), 895, 933.
Baco (F.), 233.
Bacot (A.), 561.
Badonnel (V.), 381.
Baeyer (O. von), 99.
Bagard (P.), 681.
Bagros (M.), 517.
Baillaud (B.), 727.
Baillaud (Jules), 526.
Baillehache (Cte de), 963.
Bain (Mlle Al.-M.), 652.
Bainier (G.), 96.
Baire (R.), 282.
Bairstow (L.), 685.
Baker (J.-L.), 759.
Baker (Mlle S.-M.), 972.
Balbiano (L.), 432.
Baldet (F.), 967.
Ball (L. de), 935.
Ballet (G.), 468.
Balthazard (V.), 144.
Baly (E.-C.-C.), 51, 521, 685.
Bamberger (M.), 935.
Banerjee (S.-C.), 197.
Bar (P.), 1023.
Baraduc, 966.
Barbier (Ph.), 287.
Barbieri N.-A.), 681.
Bardier (E.), 288, 336, 383, 558, 560, 681, 682, 756.
Bardon (L.), 48.
Barger (G.), 386, 610, 972.
Barillé (A.), 192, 755.
Barkhausen (H.), 723.
Barlow (Sir T.), 685.
Barnes (H.-T.), 684, 685, 757.
Barnett (E. de B.), 686.
Barral (E.), 644.
Barratt (J.-O.-W.), 757.
Barrau (J.-A.), 147.
Barre, 605, 720.
Barrée (M.), 894.
Barrett (W.-H.), 611.
Barriol (A.), 90, 787, 887.
Barrow (F.), 1027.
Barrowcliff (M.), 1026.
Barry-Barnett (E. du), 341.
Barthe (L.), 605.
Barthet (G.), 96.
Bashford (E.-F.), 757.
Bassal (L.), 384.
Bataillon (E.), 517, 559.
Bateman (H.-R.), 338, 339, 757, 971.
Bateson (W.), 965.
Bather (F.-A.), 685.
Battelli (F.), 288, 336, 429, 756, 895.
Battez (G.), 75, 607, 649, 794.
Baubigny (H.), 684, 931, 967, 1022.
Baud (E.), 143, 516.
Baudisch (O.), 973.
Baudouin (A.), 49, 95, 559, 933.
Baudouin (M.), 233, 605.
Baudran (G.), 968.
Bauer (A.), 1023, 1024.
Bauer (E.), 48, 143, 144, 382, 559, 606, 647, 648, 721, 794, 1021.
Baulle (P.), 1024.
Baume (G.), 95, 516.
Baume-Pluvinel (A. de la), 335.
Baur (J.), 794.
Baur (V.), 794.
Baxandall (F.-E.), 795.
Bayard (P.), 334.
Bayer (G.), 935.
Bayer (O. von), 388.
Bayeux (R.), 606.
Bayliss (W.-M.), 677, 685.
Bazy (L.), 756.
Beadle (C.), 896, 973.
Beauchamp (de), 648, 967.
Beauverie (J.), 285, 518, 892.
Béchamp, 606, 794.
Bechhold (Dr H.), 295. **784** à **786**.
Becker (Th.), 1028.
Béclère (H.), 384.
Becquerel (J.), 47, 144, 286, 334, 382, 471, 611, 719, 755, 796.
Becquerel (P.), 192, 429.
Béguet (M.), 649.
Béhal (A.), 94, 144, 147, 191, 195, 287, **912** à **915**.
Beilby (G.-T.), 827.
Bell (M.), 611.
Bellion (Mlle M.), 560, 607.
Belloc (G.), 894.
Bellot, 335.
Belot (Em.), 94.
Beltzer (F.), 821.
Bemmelen (W. van), 148, 564.
Bénard (H.), 794, 969, 1024.
Bénard (R.), 606, 1023.
Benndorf (H.), 935.

[1] Les noms imprimés en **caractères gras** sont ceux des auteurs des articles originaux.
Les **chiffres gras** reportent à ces articles.

Bennett (H.-G.), 447, 474.
Benson (Mlle M.), 652.
Bérard (L.), 429.
Berg (A.), 286, 606.
Berger, 290.
Berger (E.), 335.
Bergeron (A.), 1023.
Bergeron (J.), 334.
Berget (A.), 94, 143, 466.
Bergh (R.), 647.
Bergonié (J.), 50, 96, 288, 470, 719.
Bergstrand (OE.), 94, 466, 755.
Berkeley (Comte de), 99, 521, 652.
Berlemont (G.), 651.
Bernard (A.), 381.
Bernard (F.), 966.
Bernard (R.), 970.
Bernardi (A.), 687.
Bernier (R.), 607, 933.
Bernstein (S.), 516.
Berthaut (Général H.-B.), 714.
Berthelot (A.), 720.
Berthelot (D.), 48.
Berthier (A.), 330.
Berthon, 193.
Bertillon (J.), 469.
Bertin (E.), 193, 236.
Bertin (L.-F.), 94.
Bertini (E.), 432.
Bertraud (G.), 191, 236, 516, 606, 719, 722.
Bertrand (Léon), **153** à **170**.
Bertrand (L.-E.), 145.
Besnier (E.), 517.
Besredka (A.), 146, 756.
Besson (A.), 286, 381, 467, 648.
Besson (Louis), 821.
Besson (P.), 893.
Best (S.-R.), 99, 239, 386, 934.
Beurmann (de), 287, 288, 429.
Bevan (E.-J.), 147.
Bevan (P.-V.), 971.
Bezançon (F.), 969, 970.
Bezdzik (A.), 292.
Bialobjeski (T.), 681, 720.
Bianchi (E.), 291.
Bianchi (L.), 291, 687.
Bickel (A.), 475.
Bidot, 146.
Biehler (A. von), 612.
Bierry (H.), 96, 234, 382, 383, 384, 469, 720, 721, 755.
Bigeard (R.), 1020.
Bigourdan (G.), 605, 931.
Billard (A.), 48, 144, 192, 429, 649.
Billard (G.), 682.
Billon-Daguerre (A.), 286, 932.
Binet (E.), 430, 966.
Binet du Jassoneix, 1025.
Bion (J.), 856.
Biot, 932.
Birkeland (K.), 94, 428, 558.
Birkeland (R.), 516.
Bispham (J.-W.), 339.
Blaauw (A.-H.), 760.
Blache (R.), 95.
Blaise (E.-E.), 144, 234, 381, 517, 647.
Blaizot (L.), 895, 932.
Blanc (G.), 47, 195.
Blanc (G.-A.), 432.
Blanchard, 560.
Blanchetière (A.), 193, 518, 721, 756, 794.
Blanquies (Mlle), 647.
Blaringhem (L.), 48, 381, 383, 429.
Blayac (J.), 381.
Bloch (Eugène), 97, 286, 426.
Bloch (Léon), 46, 97, 335, 720, 931.
Blondel (Dr), 287.
Blondel (Georges), 891.
Bloxam (W.-P.), 473.
Bobes (S.), 50.
Bochet, 236.
Bode (G.), 240.
Bodroux (F.), 606.
Bodroux (H.), 756.
Boeke (H.-E.), 562.
Boeke (J.), 612.
Boex-Borel (J.-H.), 557.
Bohn (G.), 96, 336, 381, 649, 824, 933, 969, 1024.
Bohr (Harald), 143.
Bohr (N.), 430.
Boidin (L.), 146, 969.
Boinet (E.), 383, 429, 517, 560, 648, 650, 860, 932.
Bois (D.), 756.
Boiteau (G.), 51.
Boiteau (M.), 237.
Boldingh (J.), 796.
Bolk (L.), 796.
Bommelen (F.-J. van), 148.
Bondet, 720.
Bonfigli (B.), 292.
Bonfigli (Mlle R.), 687.
Bongrand, 794.
Bonjeau (Ed.), 647.
Bonnamour (S.), 288, 383, 757, 1024.
Bonnet, 722.
Bonnet (P.), 648, 650.
Bonnier (G.), 429.
Bonnier (P.), 234, **324** à **328**, 334, 428, 606.
Borcea (J.), 893, 894.
Bordage (E.), 48, 95.
Bordas (F.), 428, 1021.
Bordas (L.), 48, 94, 234.
Bordet (E.), 649.
Bordier (H.), 892.
Borel (E.), **315** à **321**, 605, 787.
Borel (F.), 192, 287.
Borgo (A.), 292.
Borrel (A.), 49, 95.
Borrelly (A.), 719, 968.
Bory (L.), 146, 235, 607, 1024.
Bosler (J.), 381, 647, 931.
Bottazzi (F.), 432, 687, 896.
Bottomley (W.-B.), 685.
Bottu (H.), 607.
Bouasse (H.), 643.
Bouchard (Georges), 189.
Boudier, 381.
Boudouard (O.), 191, 192.
Bouet (G.), 96, 429, 469.
Bougault (J.), 47, 50, 233, 237, 468, 561.
Bouin (P.), 336, 383, 429, 469, 933, 969.
Boulangier, 235, 470, 794.
Boule (Marcellin), 47, 334, 516, 559.
Boulouch, 793.
Boulud, 649, 893.
Bouman (Z.-P.), 563.
Bouquet de la Grye (A.), 334, 826
Bourdier (L.), 47, 50.
Bourgade de la Dardye (E. de), 47.
Bourgeois (Lt-Colonel), 511.
Bourget (H.), 558, 606.
Bourion (F.), 144, 471, 681.
Bourquelot (Em.), 755.
Bourrey (Georges), 463.
Boussac (J.), 466, 968.
Boutroux (P.), 48, 94, 191, 286, 376, 719.
Bouty (Ed.), 604.
Bouveault (L.), 44, 47, 191, 517, 559, 651, 722.
Bouvier (E.-L.), 516, 647, **803** à **808**, 894, 930.
Bouyssonie (A.), 48.
Bouyssonie (J.), 48.
Boveri (P.), 49, 470.
Boyd (D.-R.), 973.
Boyé (G.), 288, 383, 721, 895, 933.
Boyer (Jacques), 43, 554.
Boyet, 336.
Boyle (Mlle M.), 239.
Boylston (H.-M.), 889.
Bradford (J.-R.), 339.
Bragg (W.-H.), 521.
Branca (W.), 474.
Brandeis (R.), 470, 722, 970.
Branly (E.), 48.
Brasil (L.), 933.
Bratu (G.), 516.
Brault (J.), 792.
Braun (K.), 141.
Bréguet (Louis), 384.
Brester (A.), 344, **495** à **502**.
Breton (M.), 49, 518, 1023.
Brezina (E.), 688.
Bridel (M.), 755.
Bridré (J.), 288.
Briggs (J.-F.), 474.
Brillouin (M.), 493.
Brimont (E.), 721.
Brin (L.), 969.
Briner (E.), 559.
Brissaud (Ét.), 235, 429, 517, 721.
Brissemoret (A.), 50, 334, 517, 895.
Brizard (L.), 558, 605, 968.
Broca (A.), 48, 512.
Brochet (A.), 51, 237.
Brocq Rousseu, 192.
Broek (A.-J.-P. van den), 200.
Broglie (M. de), 467, 516, 559, 605, 608, 968.
Brommer (A.), 612.
Broniewski (W.), 94, 967.
Brouwer (H.-A.), 468, 796, 1022.
Brouwer (L.-J.-E.), 388, 564, 796.
Brown (Adrian-J.), 430.
Brown (H.-T.), 473.
Brown (J.-C.), 473.
Bruce (Sir D.), 339, 517, 757, 971.
Bruckner (J.), 50, 193, 337, 608.
Bruel (G.), 516.
Bruhat (G.), 287.
Brumpt (E.), 682, 721.
Brunet (Louis), 92, 200, 524, 612.
Brunhes (Bernard), 43, 48, **393** à **406**, 514, 602, 648, 789, 821.
Bruyant (L.), 95, 96, 721.
Büchner (E.-H.), 200, 796.
Bucking (H.), 890.
Buckmaster (G.-A.), 1025.
Buguet (A.), 967.
Buisson (H.), 335, 381, 468, 647.
Buitendyk (F.-J.-J.), 564.
Bull (L.), 968.
Bum (F.), 935.
Bunau-Varilla (Ph.), 467, 605.
Burali-Forti (C.), 291, 432.
Burck (W.), 976.
Bureau (E.), 143.
Burgess (G.-H.), 467.
Burk (W.), 148.
Burke (Mlle K.-A.), 521.
Burt (F.-P.), 934.
Burton (C.-V.), 99, 1026.
Busignies (G.), 755.
Busquet (H.), 49, 145, 146, 235, 288, 518, 607, 721, 756, 1024.
Busquet (V.), 286.
Butler (C.-P.), 795.
Buttle (B.-H.), 972.
Büty (de), 719.
Buytendijk (F.-J.-J.), 976.

C

Caben (E.), 934.
Caille (E.), 558.
Cain (J.-C.), 99, 473, 1027.
Caldwell (K.-S.), 341.
Callendar (H.-L.), 238.
Calman (W.-T.), 929.
Calmels (H.), 97.
Calmette (A.), 49, 287, 719, 931, 932, 969, 1023.
Calmette (H.), 94.
Calot (F.), 142.
Calugareanu (D.), 50.
Calvet (L.), 607.
Cambi (L.), 432, 687.
Cameron (A.-T.), 98.
Cameron (W.), 522.
Cammidge (J.), 757.
Campbell (A.), 98, 562, 685.
Campbell (Norman-Robert), 425.
Campetti (A.), 896.
Campredon (L.), 229.
Camus (J.), 49, 50, 191, 429, 518, 649, 650.
Camus (L.), 606, 1024.
Cantacuzène (J.), 193.
Cantaloube (P.), 969.
Cantor (Moritz), 43.

Canu (F.), 234, 382.
Cany, 335, 382.
Capgras (J.), 930.
Capitan (Dr), 559, 649.
Carano (E.), 896.
Carcanague, 682, 721.
Cardinaal (J.), 611.
Cardot (H.), 682.
Carhart (H.-S.), 685.
Carini (A.), 1023.
Carlbaum (T.), 376.
Carnot (P.), 145, 146, 235.
Caron (M.), 468.
Carougeau (J.), 970.
Carpentier (Alf.), 467.
Carpentier (J.), 1022.
Carrau (A.), 1024.
Carré (P.), 143, 234, 235, 466.
Carrel (Al.), 336, 383.
Carrus (S.), 286, 968.
Carulla (F.-J.-R.), 611.
Carvallo (J.), 233.
Caspari (Ed.), 820, 887.
Castaigne (J.), 607.
Castel (J. du), 96.
Castellana (V.), 432, 896.
Castelneau (P.), 49.
Castex (M. R.), 384.
Cauchoix (Al.), 285.
Caudrelier (E.), 468, 968.
Caullery (M.), 830, **845** à **854**, **877** à **886**.
Caustier (E.), 205.
Caven (R.-M.), 611.
Cawadias, 146.
Cayeux (L.), 1023.
Cazeneuve (P.), 1, 5, 192.
Ceaparu (Mlle V.), 650.
Cecioni (F.), 687.
Cerletti (U.), 292 687.
Cernovodeanu (Mlle P.), 193, 755.
Chaboseau (A.), 862.
Chaboseau-Napias (Louise), 693, 901.
Chabrol (E.), 682, 756, 969.
Chalmers (S.-D.), 686.
Champy (Chr.), 193, 235, 721, 1024.
Chancel (F.), 50.
Chanoz (M.), 94, 286, 428, 893.
Chantemesse (A.), 145, 192, 287, 427, 468, 1023.
Chaplet (A.), 889, 1017.
Chapman (D.-L.), 197, 522, 972.
Chapman (J.-C.), 971.
Chappellier (A.), 383.
Charabot (E.), 426, 857.
Charcot (J.), 429.
Chardonnet (de), 683.
Charles-Roux (François), 189.
Charpentier (A.), 470.
Charpy (G.), 286, 382, 647.
Chartier, 607.
Chassy (A.), 648.
Chatelet (A.), 647.
Chattaway (F.-D.), 197, 341, 473, 522, 610.
Chatton (Ed.), 469, 607, 650, 933.
Chaudier (J.), 719.
Chauffard (A.), 383, 649, 969.
Chausse (P.), 288, 649.
Chauveau (A.), 466.
Chauvel, 49.
Chauvenet (E.), 146, 468, 559, 720.
Chazarain-Weteel (P.), 650.
Chazy (J.), 143, 516, 605, 860.
Chéneveau (C.), 232, 931.
Chéron (Dr), 1023.
Chetwynd (L.), 339.
Chevalier (Aug.), 681, 793, 893.
Chevalier (J.), 193, 334, 649, 756.
Chevalier (P.), 1023.
Chevallier, 143.
Chevrier, 970, 1023.
Chevroton (Mlle L.), 288, 649, 932.
Chiarini (V.), 432, 687.
Chick (O.), 291.
Chiflot, 233, 382.
Chillemi, 466.
Chofardet (P.), 606.
Choffat (Paul), 284.
Chree (C.), 238.
Christiansen (C.), 936.
Chudeau (R.), 963.
Chwolson (D.-O.), 821.
Ciamician (G.), 432, 687.
Cirera (D.), 1022.
Cirera (R.), 95.
Ciuca (M.), 50, 236.
Ciusa (R.), 687, 896.
Clarke (G. jun), 197.
Clarke (H.-T.), 521.
Claude (Georges), 425, 518, 519, 558, **923** à **925**, 931, 968.
Claude (H.), 146, 383, 650.
Clausmann, 651.
Clément (L.), 860.
Clément (P.), 681, 755, 793.
Clerc (A.), 96, 146, 559, 649.
Clerc (L.-P.), 97.
Clerget (Pierre), 45, 54, 151, 294, 346, 392, 480, **511** à **518**, 569, 616, 655, 656, 692, 716, 765, 929.
Clerici (E.), 432.
Clewer (H.-W.-B.), 197, 686.
Cligny (A.), 381.
Clough (G.-W.), 341.
Cluzet (J.), 384.
Cobb (J. W.), 611.
Cocksedge (H.-E.), 51.
Coggia, 719.
Cohen (E.), 759.
Coker, 340.
Col, 558.
Colani (A.), 719.
Colardeau (E.), 644, 715.
Colas (A.), 794.
Colin (A.), 468, 651.
Colin (E.), 428.
Colin (H.), 559.
Collie (J.-N.), 51, 473.
Collin (B.), 517, 931, 1022.
Collin (R.), 288, 650, 794.
Colomba (L.), 687.
Colson (A.), 191, 287, 381, 467, 1022.
Comandon (J.), 968.
Comas Sola (J.), 48, 144, 826, 1022.
Combe (E.), 1023.
Combes (R.), 335.
Comte (C.), 793.
Conor, 337, 384.
Conseil (E.), 383, 756, 793.
Constantino (A.), 896.
Contardi (A.), 292.
Conte (A.), 235, 682.
Cooper (W.-F.), 603.
Cooper (W.-R.), 238.
Copaux (H.), 237, 287, 471.
Corbino (O. M.), 687.
Coruec (E.), 894.
Cornet (Paul), 190, 465.
Costa (S.), 757.
Costantin (J.), 143.
Coste (M.), 894.
Cotte (J.), 97.
Cottet, 966.
Cotton (A.), 48, **223** à **227**, 378, **438** à **443**, 518, 755.
Coudray (Dr), 235.
Courcoux (A.), 192, 607.
Courmont (J.), 192, 234, 287, 382, 681, 755.
Coutière, 336.
Coward (H.-F.), 341.
Coward (Mlle W.-E.), 388.
Cowper-Coles (S.), 474.
Coyne (M.), 96, 794.
Cranwell, 335.
Craven, 336.
Crémieu (V.), 229, 467, 894.
Crespin, 95.
Crocco (G.-A.), 687.
Crolbois (J.), 756.
Crompton (A.), 934.
Crookes (Sir W.), 339.
Cross (C.-F.), 147.
Crossley (A. W.), 99, 239, 387, 473, 521, 610.
Crowther (J.-A.), 385, 684.
Cruchet (R.), 191, 333, 825.
Crudeli (N.), 687.
Cruveilher (L.), 607.
Cuboni (G.), 432.
Cuénot (L.), **8** à **14**, 47, 143, 146, 603, 825, 966, 1021.
Cuminal (L.), 515.
Cumming (Al.-Ch.), 973.
Cunningham (James-P.), **26** à **30**.
Cuthbertson (C.), 238.
Cuthbertson (M.), 238.
Cyon (Dr E. de), 230.
Czuber (E.), 462.

D

Dabrowski, 793.
Dafert (F.-W.), 688.
Dains (H.-H.), 611.
Daire, 755.
Dakin (H.-D.), 686.
Dalton (J.-P.), 564, 612.
Danaila (N.), 932.
Dangeard (P.), 143, 517, 932.
Daniek (M.), 1028.
Daniel (L.), 233, 1022.
Danielopolu (D.), 50, 193, 236, 337.
Danne (J.), 192.
Dantony, 191.
Darbishire (A.-D.), 472.
Darboux (G.), 94, 143, 233, 334, 335, 967, 968.
Dareste de la Chavanne (J.), 287, 755, 756.
Darier (J.), 234, 792.
Darling (R.-C.), 340.
Darmois, 931, 1025.
Darwin (G.-H.), 609.
Darzens (G.), 290, 335, 894, 1021.
Daublebsky von Sterneck (R.), 342.
Daumézon (G.), 288.
Dautriche (H.), 968.
Dautzenberg (Ph.), 931.
David (P.), 648.
Davies (H.), 196.
Davies (M.-J.-P.), 322.
Davies (S.-H.), 387.
Davis (O.-Ch.-M.), 686, 934.
Dawson (H.-M.), 239, 473, 973.
Debesson (G.), 139.
Debierne (A.), 334, 468.
Debré (R.), 559, 607, 682, 756.
Defant (A.), 100, 524.
Dellandre (C.), 145.
Degrais, 517, 645.
Dehaut (G.), 757, 895.
Deherme (Georges), 171.
Déjerine (A.), 650.
Déjerine (J.), 650.
Déjerine-Klumpke (Mme), 793.
Delachanal (B.), 47, 286, 287.
Delacroix (G.), 891.
Delage (Y.), 48, 234, 968.
Delanoe (M.-P.), 193, 235, 288, 429, 559.
Delbet (P.), 860.
Delbruck (K.), 723.
Delcourt (A.), 384, 469.
Delebecque (A.), 1022.
Delépine (M.), 47, 50, 286, 338, 471, 648, 719, 722, 794, 931, 970, 1022.
Delgado (J.-F.-Nery), 426.
Delherm, 192, 429, 718.
Delille (A.), 145.
Delore (X.), 335.
Delorme (E.), 969.
Delvalez (G.), 97.
Demangeon (A.), 858.
Demenge (Emile), 643.
Demerliac (R.), 429.
Demoll (R.), 559.
Demolon (A.), 143, 681.
Demoulin (A.), 48, 191, 233, 558.
Demoussy (E.), 932, 1021.
Demozay (E.), 728.
Dendy (A.), 652.
Denham (W.-S.), 652.
Denigès (G.), 144, 191, 193, 233, 286.
Deniker (J.), 2, 57, 332, 615.

Denjoy (A.), 428, 467, 719, 755, 931, 1022.
Depéret (Ch.), 144.
Deprat, 968.
Deprez (M.), 381.
Derrien (E.), 192.
Desaint (L.), 516.
Desch (C.-H.), 197, 686.
Desfosses (P.), 285, 718.
Desguin, 432.
Deslandres (H.), 194, 381, 428, 468, 719, 826.
Despaux (A.), 229.
Devanlay (G.), 242, 435.
Devaux, 517.
Devaux-Charbonnel, 234, 289, 558, 931.
Dhéré (Ch.), 96, 466.
Dienert (F.), 330, 463.
Dienes (Paul), 48, 334, 1021.
Dienes (Mme V.), 466, 1021.
Dieulafoy (G.), 49, 517.
Diguet (L.), 334.
Dinescu, 558.
Dintzl (E.), 342.
Dixon (A.-L.), 757.
Dixon (H.-B.), 341, 473.
Dobbie (J.-J.), 473.
Dobson (Mlle M.-E.), 1027.
Doelter (C.), 343.
Dohrn (Anton), 829.
Dominici, 606, 718.
Donau (J.), 935.
Doncieux (Louis), 645.
Donder (Th. de), 286.
Donnan (F.-G.), 522.
Donovan (W.), 796.
Dony-Hénault (Octave), **948** à **956**.
Dopter (Ch.), 518, 649, 682.
Dorée (Ch.), 386, 472.
Dornic, 755.
Dorssen (S. van), 796.
Douetteau, 560.
Doumer (E.), 191, 234, 287, 381, 429, 468, 605.
Doutté (Ed.), 718.
Douxami (H.), 514.
Dow (J.-S.), 972.
Doyon (M.), 96, 234, 235, 288, 336, 381, 384, 429, 469, 559, 560, 606, 607, 650, 970, 1023.
Drach (J.), 47, 143, 466.
Drago (C.), 432.
Drago (E.), 292.
Dreaper (W.-P.), 291.
Drew (G.-H.), 828.
Dreyfus (L.), 336, 560, 932.
Droogleever-Fortuyn (A.-B.), 564.
Drysdale (C.-V.), 238.
Drzewiecki (D.), 334, 826.
Drzewina (Mlle A.), 383, 384.
Duane (W.), 558, 606, 683.
Dubard (M.), 720.
Dubois (E.), 388.
Du Bois (H.-E.-J.-G.), 796.
Dubois (R.), 647.
Duboscq (O.), 144, 192, 334, 559.
Dubreuil (G.), 50, 145, 146, 235, 336, 468, 518, 682, 721, 794.
Dubreuil (L.), 47, 560.
Dubrisay (R.), 381, 681, 793.
Duchacek (F.), 516.
Duclaux (E.-H.), 890.
Duclaux (J.), 191, 334.
Ducomet, 284.
Ducrocquet, 718.
Ducru, 1025.
Duddell (W.), 238, 562.
Dudgeon (L.-S.), 196, 562.
Duffield (W.-G.), 98, 431.
Dufour (A.), 94, 234, 286, 335, 470, 471, 605, 968.
Dufour (Marcel), 470, 608.
Dufour (R.), 193.
Duhem (P.), 554, **866** à **873**, 927.
Dulac (Jules), 46.
Dumont (J.), 467, 1023.
Dumont (Th.), 517.
Dunlop (M.), 290.
Dunn (F.-P.), 341.
Dunod, 142.
Dunoyer (L.), 47, 337, 963.
Dunstan (A.-E.), 51, 934.
Duparc (L.), 140, 606.
Dupérié (R.), 469, 649.
Dupont (Ch.), 720.
Dupont (G.), 559.
Dupont (J.), 290.
Dupré, 860.
Durey, 718.
Durig (A.), 342.
Duruy (Cne V.), 1.020.
Dutta (J.-M.), 973.
Duval (H.), 755.
Dybowski (J.), 145.
Dyke (G.-B.), 385.

E

Eastburn (W.-J.S.), 934.
Easton (C.), 564.
Eberhardt, 720.
Eckenstein (K.-E.), 518.
Eder (J.-M.), 524, 935.
Edgerton (J.-P.), 522.
Edington (A.), 196.
Edkins (J.-S.), 195.
Edwards (C.-A.), 758.
Effront (J.), 144.
Egerton (A.-C.-G.), 239.
Eginitis (D.), 233, 334, 605, 647.
Ehlotzky (F.), 935.
Ehrenhaft (F.), 100, 343.
Eiffel (G.), 43.
Einthoven (W.), 388.
Eisenmenger (Gabriel), 92, 516, 648, 931.
Elias (C.-J.), 563.
Elias (G.-J.), 51, 759.
Ellis (G.-W.), 472, 1026.
Emich (F.), 935.
Emile-Weil (P.), 288, 383, 721, 895, 933.
Emslie (B.-L.), 473.
Engelmann (Th.-W.), 558.
Enklaar (C.-J.), 759.
Eredia (F.), 687, 896.
Erfle (H.), 432.
Escard (Jean), **662** à **669**.
Esmein (Ch.), 146.
Estanave (E.), 144.
Estaunié (E.), 56.
Esteva (G.), 286, 334.
Etard (A.), 47, 191.
Etevé (A.), 334.
Etienne (G.), 235, 470, 608, 794.
Euler (H.), 856.
Ewan (Th.), 197.
Ewart (J.-C.), 827.
Ewing (J.-A.), 188.
Ewins (A.-J.), 386, 934.
Exner (F.-M.), 100, 688.
Eykman (C.), 388, 564.
Eykman (P.-H.), 564.

F

Fabre (G.), 286, 334.
Fabry (Ch.), 334, 381, 468, 647.
Fabry (E.), 187, 931, 1022.
Fabry (L.), 681, 720.
Fagerholm (Erik), 534.
Fantham (H.-B.), 1026.
Fargue (L.), 1016.
Farman (M.), 191.
Fassin (Mlle L.), 336.
Faucon (A.), 95, 755.
Faucon (M.-H.), 467.
Faure (L.), 558.
Fauré-Frémiet (E.), 287, 560, 681, 682.
Faurot (L.), 286.
Fauvel (P.), 518, 559.
Fava (A.), 682, 756.
Favre (J.), 893.
Favre (M.), 287.
Fayet, 337, 384.
Federhofer (K.), 688.
Fehr (H.), 887.
Feldzer (Mlle), 606.
Fenton (H.-J.-H.), 686.
Fernbach (A.), 793.
Ferns (J.), 1027.
Ferraboschi (F.), 652.
Ferrero (R.), 896.
Ferreyrolles, 649.
Féry (Ch.), 193, 233, 335, 382, 428, 467, 470, 931, 1025.
Feuillié (E.), 49, 50, 336, 559.
Feyrey (François), 752.
Fichot (E.), 679.
Fielding (W.), 934.
Fiessinger (N.), 193, 288, 336, 383, 559, 560, 682, 721.
Filassier (A.), 145, 932.
Findlay (Al.), 521, 522, 686.
Finger (H.), 1027.
Finkelstein (Mlle M.), 382.
Fionemore (H.), 341, 973.
Finzi (G.), 607, 650.
Fischer (E.), 723.
Fischer (H.), 382, 647.
Fischtenholz (Mlle A.), 518.
Fitzgerald (E.), 51.
Flammarion (Camille), 676.
Flaschner (O.), 249, 341.
Flateau (E.), 723.
Fleig (C.), 49, 429, 721, 894.
Fleming (J.-A.), 385.
Fleury (M. de), 469.
Fleury (P.), 794.
Fliche (P.), 144, 191.
Florence (J.), 382, 681, 755, 793.
Flurscheim (B.), 238, 686, 1027.
Foa (Mlle V.), 687.
Fodor (A.), 719.
Foix (Ch.), 383, 429, 607, 721.
Fontenay (G. de), 143.
Fontes (A.), 469.
Forcrand (de), 647, 681, 931, 967.
Forster (M.-O.), 239, 341, 473, 521, 973.
Fosse (R.), 605.
Fouard (E.), 50, 234, 338, 684.
Fourneau (Emile), 647.
Fournier (L.), 286, 381, 467, 648.
Foveau de Courmelles, 468, 559.
Fowler (A.), 827.
Fox (J.-J.), 473.
Foy, 143.
Franchimont (A.-P.-N.), 976.
Francis (F.), 934.
Franck (G.), 1027.
Franck (J.), 431, 724.
François (M.), 144.
François-Franck (Ch.-A.), 50, 234, 559, 607, 682, 969.
Frankland (P.-F.), 1027.
Fraps (G.-S.), 652.
Fraser (Mlle M.-T.), 685.
Fraser (Sir Th.), 430.
Fréchet (M.), 143, 191, 466.
Fredericq (Léon), **703** à **713**, **743** à **750**.
Freedericksz (V.), 1022.
Freundler (P.), 147, 191, 790.
Friedlander (P.), 200, 292, 343.
Friend (J.-A.-N.), 386, 522, 972.
Frischauer (L.), 468.
Fritsch (A.), 608.
Frobenius (G.), 523.
Fröschel (P.), 935.
Frouin (A.), 49, 191, 605.
Fry (W.-B.), 1026.
Fubini (G.), 432, 687.
Fujii (K.), 758.
Fuller (W.-P.), 562.
Furcht (Mlle M.), 688.
Furet, 966.
Fürstenau (R.), 100.

G

Gacogne, 468.
Gagneux (Ch.), 1024.
Gagnière-Hédon, 193.

Gaillot (A.), 335.
Gain (Edmond), 93, 192, 230, 648, 794,
Galbrun, 191, 382, 1022.
Galesesco (P.), 608.
Gambier (B.), 648.
Gams (A.), 719.
Garbasso (A.), 687.
Garde (G.), 605, 606, 648.
Gardner (H.-D.), 973.
Gardner (J.-A.), 472, 685, 1025, 1026.
Gardner (W.-M.), 51.
Gargam de Montcetz (A.), 233.
Gariel (C.), 1023.
Garland (Ch.-S.), 973.
Garner (F.-B.), 934.
Garnier (Ch.), 650.
Garnier (L.), 608.
Garnier (M.), 50, 288, 649, 650.
Garnier (R.), 516, 648, 1022.
Garrelon (L.), 95.
Garrett (A.-E.), 340.
Garrigou (F.), 606.
Gascard (A.), 286.
Gasperi (F. de), 969.
Gatin (C.-L.), 426.
Gatin-Gruzewska (Mme Z.), 286
Gaubert (P.), 94, 645, 793, **814** à **819**, 893, 967, 1021.
Gaucher (E.), 381, 969.
Gaucher (L.), 95, 96, 192, 383, 469, 682.
Gaudechon (H.), 191, 647, 719, 756.
Gauducheau (Dr), 721.
Gaujoux (E.), 235, 336, 383, 430, 649, 794.
Gault (H.), 144, 466.
Gautier (A.), 145, 192, 232, 648, 651, 682, 720.
Gautier (Cl.), 49, 96, 193, 336, 381, 384, 429, 469, 559, 560, 606, 721, 895, 969, 970, 1023.
Gautrelet (J.), 337, 428, 470, 518, 607, 681, 722, 794.
Gay (L.), 516, 894.
Gebhard (N.-L.), 341, 522.
Gebhard (Emile), 46.
Gehrcke (E.), 431, 974.
Geiger (H.), 795, 796.
Geikie (Sir Archibald), 339, **730** à **732**.
Geitler (J. von), 688.
Gentil (L.), 467, 516, 605.
Georgewitch (J.), 933, 969, 970.
Géraudel (Em.), 336.
Gerber (C.), 47, 95, 97, 193, 234, 288, 337, 384, 428, 470, 560, 650, 681, 756, 757, 793, 931, 968, 1024.
Gernez (D.), 286, 428, 681.
Gessard (C.), 558, 560.
Gèze (J.-B.), 334.
Giacobini, 931.
Giaja (J.), 234, 384.
Gignoux (M.), 94.
Gilbert (A.), 49, 95, 145, 384, 607, 649, 650, 682, 756, 933, 969.
Gill (H.-V.), 685.
Gilling (Ch.), 99, 387.
Gilmour (R.), 934, 972.
Gimel (G.), 47, 826.
Girard (P.), 428, 467, **694** à **701**.
Girard-Mangin (N.), 649, 682.
Giraud (J.), 382.
Gittins (J.-M.), 239.
Glangeaud (Ph.), **245** à **251**.
Glasson (J.-L.), 521.
Glausserand, 469.
Gleditsch (Mlle E.), 558, 720.
Gley (E.), 932.
Glover (J.), 932.
Gnezda (J.), 234.
Gobbi (E.), 466.
Godeaux (L.), 343.
Godfrin (J.), 92.
Gold (E.), 339.
Goldsbrough (H.-A.), 197.
Goldstein (M.), 50, 236.
Gonnard (René), 890.
Goris (A.), 94, 756, 968.
Gougerot (H.), 193, 287, 288, 336, 429, 721, 756, 794, 1023, 1024.
Gouget (A.), 288.
Gouin (A.), 146.
Goursat (E.), 144, 286, 335, 468.
Goutal (E.), 428.
Gouy (G.), 233, 334, 755, 895, 967.
Graaff-Hunter (J. de), 520.
Grace (H.), 562.
Gradenwitz (A.), 4, 52, 100, 105, 240, 342, 388, 432, 523, 563, 606, **701** à **703**, 723, 724, 728, 764, 802, 936, 974.
Gradinesco (A.), 756.
Grafe (V.), 612, 935.
Gramont de Guiche (A. de), 467, 720, 1017.
Grancher (Dr), 468.
Granderye (L.-M.), 645.
Grandidier (G.), 1022.
Grandjean (F.), 334, 967.
Grant (K.), 826.
Grassi (B.), 687.
Gravé (D.), 931.
Gravier (Ch.), 50, **84** à **89**, 192, 559.
Gray (A.-A.), 196.
Gray (J.-A.), 651.
Gray (R.-W.), 386, 610, 934.
Green (A.-G.), 759.
Green (E.), 972.
Greenwood (H.-C.), 758.
Gregory (A.-W.), 972.
Grébant (N.), 145, 650, 720.
Greinacher (H.), 524.
Grenet, 650.
Griffin (M.-L.), 291.
Griffiths (B.-M.), 896.
Griffiths (Ch.), 681.
Griffon (Ed.), 648.
Grigaut (A.), 469.
Grignard (V.), 287.
Grimbert (L.), 517, 607, 933.
Grossmann, 428.
Groud (Ch.), 939.
Grumbach (A.), 967.
Grunmach (L.), 974.
Gruvel (A.), 967, 1021.
Gruyer, 288.
Gruzewska (Mme Z.), 755.
Gry (A.), 968.
Guccione (A.), 518, 721.
Guéguen (F.), 146, 605, 649, 650, 967, 969.
Guepin (A.), 143.
Guérault (P.), 558.
Guerbet (M.), 143, 257, 337, 681, 968.
Guérin (C.), 94, 287, 719, 931.
Guichard (C.), 428, 466, 516, 558, 1022.
Guichard (M.), 47, 141, 382, 889.
Guieysse-Pellissier (A.), **766** à **777**.
Guignard (L.), 681, 756.
Guillain (G.), 49, 933, 1024.
Guillaume (Ch.-Ed.), 191.
Guillaume (J.), 47, 48, 191, 605, 647, 648, 894.
Guillemard (A.), 969.
Guillemard (H.), 605.
Guillemin (G.), 47.
Guillemin (H.), 1020.
Guilleminot (H.), 48, 144, 287, 604, 892.
Guillet (A.), 860.
Guillet (L.), 681, 889.
Guilliermond (A.), 48, 382, 560, 607, 682, 755.
Guilloz (Th.), 144, 146, 235, 288, 470, 650.
Guinchant (J.), 606, 793, 860.
Guiraud, 334.
Guisez, 192, 429.
Gunn (J.-A.), 430.
Guntz (A.), 94.
Guye (C.-Eug.), 144, 1022.
Guye (Ph.-A.), 893.
Guyénot (E.), 233, 383, 469.
Guyer (M.-F.), 49.
Guyot (A.), 144, 286, 334, 381, 931, 968.
Gy (A.), 49.

H

Haag (J.), 334, 428, 968, 1022.
Haas (P.), 497.
Hackel (R.), 934.
Hadamard (J.), 191, 329, 377, 462, 962, 1016.
Hadfield (Sir R.-A.), 685.
Hadwen (S.), 828.
Hagen (E.), 523.
Hahn (O.), 341.
Haiser (F.), 147, 343.
Hake (C.-N.), 611.
Hale (G.-E.), 428, 601, 652, 685, 795.
Hall (A.-D.), 685.
Haller (A.), 143, 144, 147, 515, 559, 606, 648, 690, 794, 798.
Hallez (P.), 191, 932.
Hallopeau (H.), 894.
Halluitte, 428.
Hamburger (H.-J.), 148.
Hamerton (A.-E.), 339, 757, 971.
Hampshire (Ch.-H.), 610.
Hamy (M.), 47, 719.
Hancu (V.), 756.
Hann (J.), 1028.
Hanni (L.), 100.
Hanns, 288.
Hanriot (M.), 145, 191, 234, 287, 338.
Hansen, 756.
Hansen (C.), 516.
Hanson (E.-K.), 473.
Harden (A.), 685, 827.
Hardy (W.-B.), 340.
Hariot (P.), 755.
Harrison (W.-J.), 795.
Harrop (D.), 687.
Harter (A.), 288, 966.
Hartley (E.-G.-J.), 99, 521, 652.
Hartley (H.), 611.
Hartley (W.-N.), 99.
Harvier (P.), 384, 469, 518, 969.
Hauchamp (L.), 603.
Haudié (E.), 463, 963.
Haug (E.), 48, 334, 516, 517, 558, 606.
Hauser (F.), 100.
Havelock (T.-H.), 237, 684.
Haworth (W.-N.), 341, 973.
Hawthorn (Ed.), 337, 470, 757.
Hay (J.-G.), 611, 933.
Heape (W.), 338.
Hébert (A.), 234, 426, 719.
Heckel (Ed.), 466, 967.
Hédon (E.), 429, 469.
Heim (F.), 234.
Heit, 516.
Helbronner (P.), 558, 931.
Hellebrand (E.), 342.
Helmert (R.), 475.
Hemmelmayr (F. von), 292.
Hemsalech (G.-A.), 335.
Henderson (G.-G.), 239, 522, 934.
Henderson (J.-B.), 561.
Hendrick (J.), 759.
Henneguy (F.), 144.
Henri (V.), 286, 720, 755.
Henriot (E.), 382, 648.
Henry (A.), 145, 192, 336.
Henry (L.), 47.
Hensel (K.), 961.
Henvel (G.-C.-J. van den), 344.
Hepperger (J. von), 688.
Herchfinkel (H.), 720, 755.
Herelle (F. d'), 895.
Heritsch (F.), 292.
Hérouard (E.), 48, 191, 467.
Hertwig (O.), 723.
Herz (W.), 963.
Herzfeld (Mlle S.), 935.
Herzig (J.), 688.
Hesse (E.), 720.
Heurteaux (A.), 860.
Heuse (W.), 240.
Hewitt (J.-T.), 386, 686, 933, 972.
Hewlett (R.-T.), 828.
Heydweiller (A.), 240.
Heywood (H. Bryon), 329.

Hibbert (Mlle E.), 291, 972.
Hibbert (G.-S.), 973.
Hibbert (H.), 290, 341, 473.
Hickmans (Mlle E.-M.), 522, 686.
Hicks (W.-L.), 386.
Higgins (S.-H.), 291.
Hildebrandsson (H.-H.), 558, 894.
Hilditch (P.), 99.
Hilditch (T.-P.), 239, 934.
Hillebrand (C.), 1028.
Hillebrand (K.), 524.
Hilpert (S.), 974.
Himmelbaur (W.), 342.
Hincks (A.-R.), 428, 931.
Hinrichs (G.-D.), 47, 234, 647, 681, 1022.
Hiorns (A.-H.), 562.
Hirst (S.), 474.
Hladik (J.), 292.
Hobart (H.-M.), 330.
Hochreutiner (G.), 717.
Hodgson (H.-H.), 51.
Hœhnel (F. von), 343, 612, 935.
Hœnigschmid (O.), 612.
Hœrnes (R.), 100, 524.
Hoff (H.-J. van't), 523.
Holl (M.), 524, 688, 936.
Hollard (A.), 229, 330, 379, 928, 963.
Holleman (A.-F.), 148, 200.
Holley (C.-D.), 474.
Holmes (J.), 972.
Holt (jun A.), 51.
Hope (E.), 933.
Hostinsky (B.), 233, 558.
Houllevigue (L.), 516, 606, 1024.
Houssay (F.), 466, **617** à **624**, **943** à **948**.
Houston (R.-A.), 828.
Howard (B.-F.), 291.
Hübner (J.), 387, 759.
Huchard (H.), 517.
Hue (E.), 93.
Huerre (J.), 559.
Huerre (R.), 191, 234, 466.
Hughes (L.-F.), 474.
Hugounenq (L.), 144, 648, 789, **839** à **845**.
Hulton (H.-F.-E.), 759.
Humphreys (T.-C.), 239.
Humphries (H.-B.-P.), 610.
Hunt (H.-A.), 377.
Huntly (G.-N.), 474.
Huon, 337, 384.
Hupka (E.), 723.
Hurmuzescu (D.), 558.
Hurtley (W.-H.), 341.
Hutinel, 606.
Huygens (Ch.), 139.
Hyad (Al.), 652.

I

Idrac, 967.
Ihering (H. von), 190.
Ihering (R. von), 190.
Ikonnikoff (P.), 193.
Imbert (A.), 757, 894.
Inglis (J.-K.-H.), 686.
Irvine (J.-C.), 386, 652, 934.
Isaac (Mlle F.), 521.
Iscovesco (H.), 721, 757.
Isherwood (P.-C.-C.), 473.
Ivry (d'), 605.

J

Jackson (Mlle K.-M.), 972.
Jacobaeus (H.-C.), 895, 933.
Jacobsen (J.), 860.
Jacobson (D.), 969.
Jacquemet (M.), 604.
Jacquemin, 968.
Jackel, 722.
Jalaguier, 517.
Jaloustre (Léon), 556, 680.
James (T.-C.), 934.
Janet (P.), 5, 462, 519, **574** à **593**.
Jantsch (G.), 47.
Jarkowski (J.), 429.
Jarry-Desloges (R.), 893, 894, 1021.
Javal, 336.
Javelle, 606, 894.
Javillier (M.), 237.
Jeance, 468.
Jeandelize (P.), 146, 235, 608.
Jeannet (A.), 145.
Jeans (J.-H.), 229.
Jégou, 144.
Jennings (H.-W.-K.), 795.
Jentzsch (F.), 387.
Jerusalem (G.), 686.
Jervis-Smith (F.-J.), 98.
Jianu (A.), 50.
Johansson, 382.
Joleaud (L.), 335, 466.
Jolibois (P.), 287, 720.
Jolly (J.), 50, 96, 336, 383, 1023, 1024.
Joltrain (E.), 235, 560, 969.
Joly (A.), 466, 720.
Joly (Henry), 513.
Joly (J.), 146.
Joly (L.), 193.
Jonckheere (R.), 1021.
Jones (B.-M.), 934.
Jones (H.-O'.), 31, 290, 610, 973.
Jones (L.-M.), 973.
Jones (W.-J.), 341, 522, 686, 972.
Jonescu-Mihaiesti (C.), 50, 193.
Jonnesco (Th.), 335, 860.
Jordan (F.-W.), 686.
Jordan (H.), 563.
Josué (O.), 235.
Jouguet (E.), 926.
Joukowsky (E.), 893.
Jourdy (E.), 145.
Jourdy (Général), **624** à **631**.
Jousset (A.), 650.
Jowett (H.-A.-D.), 611.
Joyeux (C.), 1024.
Juge (C.), 470, 757.
Juillard, 191.
Jukes-Browne (A.-J.), 685.
Julin (Ch.), 145.
Julius (W.-H.), 975.
Jullien, 606.
Jumelle (H.), 427, 603, 717, 793.
Jung, 523, 722
Jung (F.), 688.
Jungano (M.), 49, 95, 146.
Jungfleisch (E.), 191, 233.
Justin-Mueller, 471.

K

Kalaboukoff (Mlle L.), 192.
Kaluza (L.), 935.
Kametaka (T.), 972.
Kapteyn (J.-C.), 648.
Kapteyn (W.), 198, 563.
Karpen (V.), 967.
Karsten (Mlle B.-J.), 200.
Kay (F.-W.), 386.
Kayser (E.), 143, 681, 931.
Keating-Hart (de), 234.
Keesing (A.), 148.
Keilin (D.), 721.
Kelsch, 429, 649.
Kempe (A.-B.), 339.
Kenyon (J.), 614.
Kermorgant, 192, 335.
Kernbaum (M.), 334, 681, 720.
Kerr (J.-G.), 685.
Kersten (C.), 90.
Kervily (M. de), 336.
Kiebitz (F.), 52.
Kilian (W.), 143.
Kimpflin (G.), 721, 858.
Kipping (F.-S.), 196, 197, 239, 290, 341, 472, 687.
Kirmisson (E.), 336, 894.
Kirpal (A.), 476.
Kleeman (R.-D.), 385, 684, 970.
Klein, 682.
Klein (P.), 467.
Klimont (J.), 342.
Klimosch (K.), 688.
Kling (A.), 286, 428, 561, 719.
Klipstein (E.-C.), 474.
Klobb (T.), 468, 1021.
Kluyver (J.-C.), 388.
Klynens (J.), 603.
Knecht (E.), 972.
Knoll (F.), 147, 292, 476.
Knowlton (H.-S.), 973.
Knox (J.), 972.
Koch (R.), 475.
Kœbe (P.), 381, 558.
Kœhler (A.), 234, 381, 517.
Kœlbi (F.), 688.
Kœnigsberger (L.), 523.
Kœpsel (A.), 563.
Kohler (A.), 647.
Kohlrausch (K.-W.-F.), 200.
Kohn (M.), 612, 935.
Kohn-Abrest (E.), 47, 195, 232, 651, 755, 795.
Kohnstamm (Ph.), 344, 388, 611, 976.
Kollmann (M.), 380.
Kolossof (G.), 468.
Kolowrat, 608.
Koorders (S.-H.), 148, 388, 612, 760, 976.
Korn (A.), 94, 143, 475, 648.
Körner (G.), 292.
Kötter (F.), 523.
Kovessi (F.), 648.
Kowalski (J. de), 191.
Krasser (F.), 200.
Kraus (R.), 557.
Krause (E.), 612.
Krell, 290.
Kremann (R.), 292.
Krieble (V.-K.), 687, 934.
Kronecker (H.), 652.
Kruppa (E.), 200.
Kubart (B.), 524.
Kuhnke (E.-A.-J.), 759.
Kunckel d'Herculais (J.), 467.
Kuypers (J.), 976.

L

Laar (J.-J. van), 388, 611, 759, 796.
La Baume-Pluvinel (A. de), 143, 967.
Labbé (H.), 517, 649, 650, 682, 755, 756.
Labbé (Marcel), 232, 465, 721.
Laborde (A.), 605.
Lacassagne, 649.
Lacroix (A.), 94, 144; **298** à **314**, **362** à **366**, 648, 860, 968.
Ladenburg (E.), 240, 475.
Lafay (A.), 860.
Lafforgue, 682, 721.
Lafont (A.), 607.
Lagane (L.), 517.
Lagarde, 95.
Lagoanère (de), 49, 96.
Lagrange (H.), 649.
Lagrifoul, 50, 146, 649.
Laguesse (E.), 682, **1001** à **1015**.
Laignel-Lavastine, 970, 1024.
Lainé (E.), 287.
Laisant (C.-A.), 90.
Lallemand (Ch.), 384, 755, 793.
Lamarcodie (G. de), 140, 330, 752.
Lamb (S.), 562.
Lambling (E.), **128** à **138**, 145, **175** à **186**.
Lamotte (Marcel), 677, **808** à **814**, **873** à **876**.
Lampa (A.), 688.
Lampel (H.), 476.
Lamplough (F.-E.-E.), 239, 611.
Lancereaux (E.), 234.
Lancien (A.), 794, 970.
Landolph (F.), 755.
Landolt (H.), 562.
Landouzy (L.), 234.
Landsiedl (A.), 935.
Landsteiner (K.), 1021, 1023.
Lang (W.-R.), 686.

Langlois (J.-P.), 95.
Lapersonne (de), 517.
Lapicque (Mme L.), 96, 288, 756, 793.
Lapicque (L.), 48, 96, 235, 383, 518, 682, 756, 793, 967.
Lapicque (M.), 235, 383.
Lapie (G.), 233, 559.
Lapworth (A.), 51.
Larat, 469.
Larguier des Bancels (J.), 720.
La Riboisière (J. de), 647.
La Rive (L. de), 144.
Larmor (J.), 339, 385.
Laroche (G.), 893, 933, 969.
La Rosa (M.), 234, 287, 292.
Larose (H.), 335, 428, 467, 558.
Lassablière (P.), 146, 794.
Lasseur (Ph.), 235.
Lattès (S.), 382.
Laubry (Ch.), 336, 469, 470, 649, 650.
Lauby (A.), 826.
Laufer (R.), 649, 756.
Launay (L. de), 334, 720.
Launoy (L.), 49, 191, 384, 607, 682.
Laurent (O.), 649.
Lauricella (G.), 896.
Lautier (R.), 721, 794.
Laveran (A.), 48, 144, 381, 467, 560, 606, 649, 650, 681, 755, 826, 860, 1023.
Lavergne (Gérard), 229, 330.
Law (D.-J.), 174.
Lazarus (Mlle El.), 96, 518, 756.
Léauté (André), 48, 191, 468, 967, 1022.
Léauté (H.), 139.
Lebeau (P.), 95.
Le Bel (J.-A.), 191, 382.
Lebesgue (H.), 681.
Lebeuf (A.), 788, 887.
Lécaillon (A.), 95, 146, 287, 429, 607, 648, 649, 650.
Le Châtelier (H.), 384, 647, 720, 931.
Lecomte (H.), 968, 1020.
Lecoq de Boisbaudran, 968.
Lecornu (L.), **30** à **42**, 233.
Le Dantec (A.), 288.
Le Dentu, 968.
Lederer (E.-L.), 723.
Leduc (A.), 233, 286, 381, 467, 516, 606.
Lefebvre (L.-Charles), 90.
Lefèvre (J.), 559.
Legendre (R.), 50, 287, 753.
Léger (E.), 49.
Léger (L.), 144, 192, 334, 468, 559, 719, 720.
Léger (M.), 682, 721, 893, 933, 1023.
Legueu (F.), 560.
Lehmann (A.), 936.
Lehmann (E.), 476.
Lehmann (H.), 388.
Leithäuser (G.), 974.
Lejonne (P.), 383, 518.
Lelieuvre (M.), 187, 282, 376, 820.
Lelièvre (A.), 96, 145, 146, 235, 336, 384, 429, 469, 518, 560, 607, 649, 1024.
Lelouche, 95.
Lemaire (J.), 794.
Lemaistre (J.), 49.
Lematte (L.), 286.
Le Mée (J.), 143.
Lémeray, 793.
Lemoine (G.), 47, 429, 605.
Lemoine (Mme Paul), 233.
Lemoine (Paul), 391, 517, 606, 940, 1022.
Lemoult (P.), 91, 434, 605, 793, 826, 860, 893.
Lénard (P.), 796.
Le Noir, 49, 191.
Léonard (A.-G.-G.), 99.
Léopold-Lévi, 49, 96, 146, 234, 517, 518.
Lepage (Ad.), 381, 382.
Lépine (R.), 649, 893.
Le Play (A.), 96, 145, 381, 560, 607.
Leriche (R.), 335.
Leroide (J.), 605.
Leroux (H.), 382, 605.
Lesage, 860.
Leser (G.), 1022.
Leslie (Mlle M.-S.), 973.
Lesné (Ed.), 336, 560, 932.
Lesne (P.), 144.
Le Sourd (L.), 49, 682.
Lespieau (R.), 233, 290, 516.
Lessing (R.), 291.
Lester (J.-H.), 387.
Le Sueur (H.-R.), 239.
Létienne (A.), 93, **367** à **375**, 646, 718, 754, 825.
Letulle (M.), 192, 517.
Levaditi (C.), 96, 146, 383, 557, 560, 649, 650, 721, 1021, 1023.
Levainville (J.), 928.
Levallois, 517, 559, 561.
Levi (E.), 291.
Levi-Civita (T.), 291.
Lévy (Herbert), 975.
Lévy (L.), 234.
Lévy-Bing (A.), 1020.
Lévy-Franckel (A.), 469.
Lewis (E.-A.), 652.
Lewis (S.-J.), 290.
Lewis (W.-J.), 685.
Lewis (W.-C. Mc C.), 1026.
Lewkowitsch (J.), 556, 759.
Lhermitte (J.), 96, 518, 721.
Lichtenstein (L.), 893, 1021.
Lieben (Ad.), 688.
Liebert (F.), 612.
Liebisch (Th.), 523.
Lindemann (R.), 240.
Linossier (G.), 145, 192.
Linsbauer (K.), 292, 612.
Lippens, 145.
Lippmann (A.), 384.
Lippmann (G.), 143, 289.
Lisbonne (M.), 193, 518.
Little (H.-F.-V.), 934.
Livon (Ch.), 97, 1024.
Livon (J. fils), 757.
Livon (J.), 384.
Lloyd (P.-V.), 686.
Lockyer (Sir N.), 385, 795.
Locquin (R.), 723.
Loeper (M.), 430, 559, 721, 794.
Loisel (Gustave), **266** à **281**.
Lokhtine (W.), 92.
London (D.-M. van), 148.
Lorentz (H.-A.), **14** à **26**, 796.
Lortat-Jacob (L.), 234.
Louguinine (W.), 90.
Louis, 518.
Louis (J.), 518.
Louise (E.), 720.
Lourdel, 429.
Loutchinsky, 647.
Love (A.-E.-H.), 385.
Lovibond (J.-W.), 562.
Lowenthal (Dr), 648, 932.
Lowry (T.-M.), 197, 238, 685.
Loyez (Mlle M.), 193.
Lubimenko (W.), 48.
Lucas-Championnière (J.), 145.
Lucien (M.), 146, 288, 470, 650, 794.
Luff (B.-D.-W.), 687.
Lugeon (M.), 720.
Lussana (F.), 235.
Lutembacher, 650.
Lutz (L.), 235, 288, 380, 802, 824, 839.
Lux (P.), 524.
Lyle, 521.
Lyon (Gaston), 93.

M

Mac Clelland (J.-A.), 685.
Mac Combie (H.), 386.
Macdonald (D.-P.), 239.
Macdonald (H.-M.), 238.
Mac Gillavry (Th.), 564.
Mach (Ernst), 680.
Machat (J.), 141, 792, 1019.
Mache (H.), 602.
Mc Kenzie (Al.), 341, 386, 610.
Mackey (J.-F.), 387.
Mackie (F.-P.), 757, 971.
Maclaurin (J.-S.), 796.
Maclaurin (R.-C.), 237, 378.
Mc Lellan (B.-G.), 387.
Mac Mahon (P.-S.), 197, 522, 972.
Mahaux (E.), 603.
Maheu (J.), 697.
Maige (A.), 1022.
Maigre (E.), **215** à **233**.
Mailhe (A.), 382, 520, **548** à **553**, 647.
Maillard (L. C.), 644, 681, 753, 970.
Maillet (Edm.), 681, 719.
Maire (R.), 48.
Maja (A.), 756.
Majorana (Q.), 291.
Makower (W.), 651, 1026.
Malassez, 50.
Mallitano (G.), 428.
Mallock (A.), 339, 520, 685.
Manaud (A.), 383.
Manceau (E.), 931.
Manceaux (L.), 192.
Mancini (Ernesto), 292, 432, 688, 896.
Maneng, 1022.
Mangin (L.), 143, 144.
Mantoux (Ch.), 428, 650, 794, 895, 1024.
Maquenne (L.), 678, 684, 932, 1021.
Marage, 143, 334, 466, 968.
Marais (H.), 95.
Marbé (S.), 49, 336, 649, 650, 682, 757, 794.
Marcelin (R.), 287.
Marchal (P.), 381, 384, 467, 893.
Marchand (Em.), 893.
Marchand (H.), **443** à **451**, **732** à **742**, 799.
Marchis (L.), **206** à **215**.
Marchoux, 235.
Marfan (A.-B.), 383, 559, 825.
Marie (A.), 193, 514, 679, 719, 892.
Marie (Ch.), 48.
Marie (P.), 469, 682.
Marie (P.-L.), 559, 560, 721.
Marinesco (G.), 95, 193, 608.
Marino (F.), 1024.
Marle (E.-R.), 341, 522, 973.
Marquis, 147.
Marsden (E.-G.), 521, 796.
Marsh (J. E.), 51.
Martel (E.-A.), 49, 517, 648, 720, 894.
Martens (Ad.), 476.
Martens (F.-F.), 342.
Martial (R.), 892.
Martin (C.-H.), 970.
Martin (G.), 239, 341.
Martin du Magny, 95.
Martin-Lavigne (E.), 1019.
Martinand (P.), 144, 793.
Martinet (A.), 190, 380, 718, 859, 966, 1020.
Martinet (G.), 893.
Mascarelli (L.), 896.
Mascart (Jean), 677.
Mascré (M.), 94, 968.
Mason (A.-S.), 686.
Massaglia (A.), 826.
Massol (G.), 516, 755.
Massol (L.), 49, 518, 932, 969, 1023.
Masson (Dr), 756.
Masson (H.), 893, 932.
Mathias (E.), 189, 425, 466, **482** à **495**.
Mathieu (H.), 467.
Mathis (C.), 682, 721, 895, 933, 1023.
Matignon (C.), 47, 144, 286, 513.
Matisse (Georges), 188.
Maublanc (A.), 891.
Mauguin (Ch.), 932.
Maurain (Ch.), 681.
Maurel (E.), 192, 193, 235, 288, 469, 518, 682, 721, 895, 933, 1023.
Mauriac (P.), 470.
Maurice (H.), 466.
Maury (E.), 558.
Mauté (A.), 234, 383.
Mauthner (J.), 688.
Mawas (J.), 47, 96, 145, 336.
May (O.-B.), 796.
Mayer (A.), 50, 560.
Mayet (Lucien), 556, 679.
Mayor, 517.

Mazé (P.), 558.
Mazzucchelli (A.), 687.
Meerburg (J.-H.), 564.
Meige (Henry), 333, 930.
Meillère (G.), 234, 794.
Meisels (E.), 342.
Meissner (F.), 935.
Meitner (Mlle L.), 341.
Meldola (R.), 611, 933.
Meldrum (A.-N.), 973.
Mello (U.), 895, 932.
Ménard (Dr), 1023.
Ménard (M.), 47.
Menegaux (A.), 146, 335.
Mengel (O.), 381, 516.
Mercadier (E.), 55, 606.
Mercanton (P.-L.), 893.
Mercer (J.), 685.
Mercier (J.), 517, 895.
Mercier (L.), 47, 143, 1021.
Merczyng (H.), 1021.
Merle (P.), 381.
Merlin (F.), 143.
Merlin (J.), 191, 1021.
Mertens (F.), 342.
Meslin (G.), 47, 466, 467, 605, 967, 1021, 1025.
Mesnil (F.), **845** à **854**, **877** à **886**.
Messerschmitt (J.-B.), 511.
Mestrezat (W.), 235, 336, 383, 430, 469, 518, 607, 649, 721, 794.
Metchnikoff (E.), 969.
Métin (Albert), 790.
Meunier (F.), 48.
Meunier (J.), 191, 968.
Meurice, 889.
Meyer (E.), 100.
Meyer (F.), 192.
Meyer (H.), 147, 612.
Meyer (S.), 688.
Meyer (U.), 724.
Meyer (V.-L.), 606, 722.
Meyère (A.), 1021.
Meynier (J.), 559.
Mezincescu (D.), 236.
Mezincescu (O.), 193.
Michel (Aug.), 48, 191, 233, 517, 647, 681.
Michel (E.), 144.
Michel-Lévy (Alb.), 559, 648.
Micklethwait (Mlle F.-M.-G.), 51, 934.
Miers (H.-A.), 521.
Miethe (A.), 476.
Miklausz (R.), 688.
Mildbraed (J.), 723.
Miller (G.-A.), 967.
Miller (E.-V.), 239.
Millochau (G.), 193.
Millosevich (F.), 292, 896.
Mills (W.-H.), 652.
Minea (J.), 608.
Minet (A.), 605.
Minet (J.), 1023.
Minkiewicz (R.), 48, **106** à **117**, 144.
Mirande (M.), 681, 969.
Mironesco (Th.), 608.
Mitchell (A.-D.), 934.
Moir (J.), 934.
Molengraaf (G.-A.-F.), 796.
Molina (Rodolfo), 378.
Molisch (H.), 524, 926.
Moll (J.-W.), 796.
Mollereau, 1023.
Molliard (M.), 286, 894.
Monaco (Albert Ier Prince de), 145, 381.
Moncetz (G. de), 967.
Mond (Ludwig), 764.
Monges (F.), 1024.
Monges (J.), 1024.
Mongour (Ch.), 607, 970.
Monnier (A.), 140.
Monnier (H.), 380.
Monod (Ch.), 145.
Monod (O.), 193.
Montangerand (L.), 605.
Montéli (J.), 96.
Montessus (R. de), 233, 647.
Montessus de Ballore (de), 143.
Montgomerie (H.-H.), 522.
Monvoisin (A.), 48, 893, 894.
Moody (G.-T.), 239.
Moog (R.), 605.
Moore (Ch.-W.), 239, 386, 1027.
Moore (R.-B.), 51.
Moore (T.-S.), 473.
Moraucé, 381.
Morat (J.-P.), 607, **669** à **675**.
Moreau (G.), 192, 468, 681.
Moreaux (R.), 794.
Morel (A.), 144, 648, 752, **839** à **845**, 859.
Morel (L.), 146, 518, 560, 650, 719, 756.
Morcux (Th.), 3, 54, **68** à **78**, 345, 602.
Morgan (G.-T.), 51, 686, 934.
Morgenstern (O.), 935.
Morisani, 756.
Mosny, 427, 895, 1023.
Moss (E.-W.), 340.
Motais, 468.
Motet, 335.
Mouchet (A.), 235.
Mougeot, 718.
Mouilpied (A.-Th. de), 341.
Moukhtar (A.), 193.
Moulin (H.), 471.
Moulin (M.), 1021.
Moulin (N.), 647.
Mountain (H.), 473.
Moureaux, 144.
Moureu (Ch.), 95, 147, 191, 192, 237, 381, 382, 794, 970.
Moussu, 96, 145.
Moutier (A.), 144, 192, 605.
Mouton (H.), 889.
Muir (M.-M.-P.), 386.
Muller (E.), 200, 342, 935.
Muller (F.), 329.
Muller (H.-A.), 386.
Muller (J.-A.), 1022.
Muller (N.-L.), 612.
Muller (P.-Th.), 188, 648.
Muller (R.), 239.
Muller-Breslau, 475.
Mulon (P.), 50, 336, 383.
Munk, 723.
Muntz (A.), 191, 287, 558, 719, 756.
Muratet (L.), 518, 794.
Murray (A.), 757.
Mutermilch (S.), 650, 682, 1024.
Myller (A.), 466.
Myller-Lebedef (Mme V.), 860.

N

Nadejde (G.), 608.
Nagel (Oscar), 513.
Nageotte (J.), 96, 383, 518, 682, 794, 933, 969, 970.
Nalepa (A.), 524.
Nansen (F.), 145.
Nantet (A.), 146.
Natalis (F.), 282.
Nathan (Sir F.-L.), 291.
Nattan-Larrier (L.), 49, 146, 384.
Naudeau (Ludovic), 822.
Nazari (V.), 292.
Nègre (L.), 650.
Nègre (M.), 193.
Negrescu (V.-G.), 892.
Négris (Ph.), 49, 558, 606.
Nélaton, 932.
Neovius (E.-R.), 475.
Nepveu (Dr), 606, 894.
Nernst (W.), 387, 476, 975.
Netter (A.), 287, 468, 559, 607, 682, 721, 756.
Neumann (B.), 378, 928.
Neuville (H.), 894.
Neveu-Lemaire (M.), 145.
Neville (M.-A.), 972.
Newcomb (S.), 719.
Newman (S.-H.), 386.
Nicholson (J.-W.), 610, 1026.
Nicklès (R.), 191, 465.
Nicloux (M.), 756.
Nicol (J.), 339.
Nicolardot (P.), 47, 290, 471, 512, 860.
Nicolas (G.), 516.
Nicoletti (O.), 687.
Nicoll (F.), 99.
Nicolle (C.), 192, 383, 681, 793.
Nicolle (P.), 756.
Niessl von Mayendorff (G.), 612.
Niskoubina (N.), 146.
Nissenson (H.), 330.
Nobécourt (P.), 518, 757, 895.
Noc, 470.
Nogier (Th.), 234, 287, 681, 755.
Noguchi (H.), 336.
Noica, 49.
Nolf (P.), **594** à **600**.
Nordmann (Ch.), **350** à **361**, 752, 860, 894, 1022.
Nörlund (N.-E.), 967.
Norris (R.-V.), 687.
Nouri (O.), 1024.
Noyons (A.-K.-M.), 148.
Nubiola (P.), 235.
Nuttall (G.-H.-F.), 603, 828.
Nystrom (E.), 91.

O

Obregia (Al.), 193, 336.
Ocagne (M. d'), 468.
Occhialini (A.), 687.
Oddo, 192, 382.
Oddone (E.), 292.
O'Dell (G. E.), 795.
Odier (R.), 468.
Oechsner de Coninck (W.), 94, 96, 558, 647.
Oehlert (D.-P.), 233.
Olivari (F.), 896.
Olivier (Louis), 565, 716, **985** à **1001**.
Olmer (D.), 97, 560.
Onnes (H.-K.), 564, 611, 796.
Oppenheim (S.), 688.
Orlando (L.), 687.
Ornstein (L.-S.), 198, 388.
Orr (W. Mac F.), 685.
Orth (J.), 522.
Orton (J.-H.), 827.
Orton (K.-J.-P.), 341, 522, 611, 686, 972.
Osborne (W.-A.), 970.
Oss (S.-L. van), 611.
Oudin (G.), 235.
Outes (F.-F.), 890.
Owen (Mlle G.-E.), 521.
Oxner (M.), 517, 605.

P

Pachon (H.), 286.
Pachon (V.), 49, 50, 145, 146, 193, 235, 288, 469, 518, 606, 607, 721, 756, 932, 1023.
Pacini (D.), 292.
Padoa (M.), 687.
Padova (R.), 191, 719.
Page (M.), 383.
Pagniez (Ph.), 49, 518, 650, 682.
Paillard (H.), 235.
Paisseau (G.), 560, 757.
Palomaa (H.), 790.
Paloque (Lt-Col J.), 511.
Panisset (L.), 429, 516.
Pannain (E.), 687.
Pantanelli (E.), 432, 687.
Pantel (J.), 48, 145, 145.
Papin (E.), 96.
Papin (F.), 95.
Papin (L.), 648.
Paraskevopoulos (P.-B.), 650.
Parhon (C.), 50, 236.
Pariselle (H.), 381, 720.
Pariset, 49.
Parisot (J.), 146, 235, 288, 470, 608, 650, 794.
Parry (Mlle E.), 386.

Parvu (M.), 49, 146, 336, 384, 469, 470, 517, 649, 650, 1024.
Pascal (P.), 47, 233, 558, 755, 826.
Pascalis, 147.
Pastureau (J.), 290.
Paterno (E.), 292, 651.
Paterson (C.-C.), 610.
Patterson (T. S.), 522.
Paul (P.), 607.
Pauli (W.-E.), 796.
Pautrier (L.-M.), 650.
Peachey (S.-J.), 387.
Pearson (H.-H.-W.), 196.
Pearson (K.), 652.
Pé heux (H.), 287, 428, 715, **777** à **784**, 1022.
Pédebidou (J.), 720.
Pedler (Sir A.), 473.
Pekelharing (Mlle C. J.), 760.
Pélabon (H.), 467.
Pellat (H.), 48, 931, 1021.
Pellegrin (J.), 516, 681, 1021.
Pellin (P.), 193.
Pellini (G.), 687, 896.
Penck (A.), 974.
Pérez (Ch.), 96, 337, 517, 558, 647.
Périer (Ch.), 429.
Perkin (A.-G.), 473, 474, 972, 973.
Perkin (F.-M.), 197.
Perkin (W.-H.), 386.
Perkin (W.-H. jun.), 239, 611, 652, 933, 973, 1027.
Perkins (H.-A.), 233, 467, 516, 683.
Pérot (A.), 48, 233, 931.
Perret (E.), 855.
Perrier (R.), 382, 647.
Perrier de la Bathie (H.), 793.
Perrin (Elie), 90.
Perrin (G.), 1023.
Perrin (J.), 289, 793, 860.
Perrin (M.), 650.
Perrot (E.), 46, 49, 558, 756, 792
Perrot (F.-L.), 95.
Perroy, 895.
Perry (J.-P.-H.), 474.
Pervinquière (L.), 284, 427, 965.
Pesta (O.), 688.
Pestalozza (U.), 896.
Peter (K.), 523.
Petetin (J.), 518.
Petit, 147.
Petit (G.-E.), 605.
Petit (P.), 801, 862.
Petitmengin (M.), 92.
Petri (L.), 432, 687.
Pettit (A.), 48, 50, 467, 560, 606, 649, 681, 755, 826, 1023.
Peyron, 97, 288, 384, 550, 650, 1024.
Pezzer (de), 143.
Pfeffer (D.-W.), 45.
Philip (J.-G.), 934.
Philippe (L.-H.), 94.
Phisalix (Mme M.), 381, 647, 757.
Piarron de Mondésir (L.), 511.
Piatot, 966.
Picard (Edmond), 190, 605, 652.
Picard (Emile), **570** à **574**, 647.
Picard (F.), 794.
Pickard (R.-H.), 522, 611.
Pickering (S.-U.), 197, 686.
Picqué (Dr), 1023.
Pictet (A.), 382, 719.
Piédallu (A.), 234, 467.
Piéron (H.), 48, 50, 96, 192, 234, 429, 826.
Pietkiewicz (W.-B.), 967.
Pietschmann (V.), 688.
Piettre (M.), 94, 192, 382, 467, 647.
Pigache, 969.
Pinard, 49.
Pinat, 142.
Pincherle (S.), 896.
Piot-Bey, 649.
Pirotta (R.), 687.
Pirsson (L.-V.), 379.
Pitard (J.), 792.
Pizon (A.), 720.
Pizzetti (P.), 291, 432.
Planck (M.), 973.
Plimmer (H.-G.), 338, 1026.
Plogmeyer (F.), 1027.
Plumandon (A.), 382.
Pöch (R.), 342, 936.
Pochettino (A.), 687.
Pocklington (H.-C.), 339, 971.
Pœschl (Th.), 688.
Poggenpohl (S. de), 649, 682.
Pohl (R.), 975.
Pohl (W.), 330.
Poincaré (H.), 48, 143, 233, 381, 428, 558, **657** à **662**, 893, 1022.
Pointet (R.), 233.
Poizat (L.), 191, 466.
Polak (J.-J.), 148, 200.
Polara (V.), 687.
Policard (A.), 96, 146, 235, 288, 336, 383, 650.
Poll, 723.
Poma (G.), 292.
Pompeiu (D.), 681, 1022.
Poncet (A.), 335.
Pope (W.-J.), 196, 197, 386, 387.
Popovici-Baznosanu (A.), 337.
Porcher (Ch.), 429, 467, 516, 1024.
Porter (Mlle A.), 1026.
Porter (H.), 473, 971.
Portier (P.), 288, 336, 383, 384, 1023.
Posejpal (V.), 334.
Post (J.), 378, 928.
Posternak (S.), 719.
Postma (O.), 148, 388.
Potter (Ch.-J.), 198.
Pottevin, 1023.
Pouget, 335.
Poujol, 429.
Power (F.-B.), 239, 1027.
Poyarkoff (E.), 145, 470,
Poynting (J.-H.), 826.
Pozzi (S.), 559, 932.
Pratt (L.), 197.
Prenant (A.), 734, 859.
Prey (A.), 342.
Price (T.-S.), 239, 611, 934, 972, 973.
Priestley (J.-G.), 290.
Pring (J.-M.), 934.
Prinsen Geerligs (H.-C.), 976.
Procter (H.-R.), 474.
Proszynski (C. de), 289, 559.
Proust (L.), 792.
Prout (L.-B.), 561
Prud'homme (M.), 195, 651, 890, 1018.
Przibram (K.), 476.
Puglisi (M.), 687.
Puiseux (P.), 647, 719.
Purvis (J.-E.), 197.
Pyman (F.-L.), 611, 686, 934, 972.

Q

Queirel, 649.
Quidor (A.), 648.
Quin (J. T.), 331.

R

Rabaud (Et.), 50.
Rabl (H.), 147, 935.
Rabowski (F.), 145.
Radcliffe (L.-G.), 387.
Radu, 608.
Rahnenführer (F.), 475.
Rajchman, 429, 649.
Railliet (A.), 145, 192, 336, 559.
Ramond (L.), 49, 146, 383, 429, 469, 607.
Ramon y Cajal, 652.
Ramsay (Sir W.), 98, 386, 610.
Ranc (A.), 146, 383, 721.
Ranjard, 517.
Ranzi (E.), 688.
Rappin, 336, 756.
Rateau (A.), 606, 719.
Ratel (C.), 643.
Rausenberger (F.), 187.
Raveau (C.), 335, 384, 466, 604.
Ravenna (C.), 687.
Ravigneaux, 1022.
Ray (P.-C.), 290.
Raybaud (L.), 560, 650, 893, 1021.
Rayleigh (Lord), 98, 757, 971.
Raymond (F.), 95, 192, 287.
Razous (Armand), 330.
Razous (Paul), 330.
Read (J.), 197.
Rebière (G.), 192.
Reboul (G.), 144, 287, 681.
Recoura (A.), 466.
Reeders (J.-Chr.), 611.
Regaud (Cl.), 49, 50, 95, 145, 146, 193, 235, 287, 336, 381, 429, 468, 518, 560, 607, 681, 721, 756, 794, 932.
Regelsperger (Gustave), 7, 297, 342, 556, 717, 822.
Regener (E.), 974.
Reichenheim (O.), 240, 523.
Remlinger (P.), 193, 235, 288, 1024.
Rémy (L.), 47, 516, 1022.
Rémy (de Nancy), 237, 470, 794.
Renard (Cte Paul), **78** à **81**, 820.
Renaut (J.), 145.
Rendle (A.-B.), 685.
Rengade (E.), 467, 561, 651, 931, 1021.
Renner (V.), 688.
Rénon (L.), 145, 380, 559.
Renouf (Mlle N.), 239, 521.
Repaci (G.), 384, 429, 559.
Répelin, 1022.
Repossi, 292.
Résal (Jean), 329.
Retterer (Ed.), 49, 96, 145, 235, 336, 384, 429, 469, 518, 607, 649, 1023, 1024.
Réveil (J.), **414** à **423**, **452** à **461**.
Rey (A.), 859.
Reymond (Arnold), 424.
Reynier (P.), 756.
Reynolds (J.-E.), 99, 684.
Ribadeau-Dumas (L.), 607, 1024.
Ribot (A.), 560.
Richard (Dr), 189.
Richardson (H.-W.), 385.
Richaud (A.), 146.
Richelot (L.-G.), 469.
Richet (Ch.), 336, 517, 518, 560, 607.
Richet (Ch. fils), 336, 1023.
Richon (L.), 650.
Richter (O.), 935.
Riederer (H.-S.), 474.
Rieffel (H.), 143.
Riesz (F.), 516, 1021.
Riesz (M.), 606, 648, 968.
Rieux, 49.
Righi (Aug.), 644, 687.
Rindfleisch (R.), 49.
Ringelmann (M.), 143, 468.
Rios (L.-S. da), 896.
Risser (René), 887.
Ritz (W.), **171** à **175**.
Robertson (Mlle M.), 970.
Robertson (R.), 652.
Robin (Albert), 932.
Robinson (F.), 686.
Robinson (F.-W.), 686.
Robinson (L.-E.), 603.
Robinson (R.), 48, 239, 341, 522, 1027.
Rochaix (A.), 192, 681, 933.
Roche, 607.
Rocques (X.), 234, 603.
Rodet (A.), 50, 146, 649.
Roemer (R.), 192.
Roger (H.), 146, 235, 469, 607, 649, 650, 721, 1024.
Roger (L.), 48.
Rogers (L.), 430.
Roig (G.), 382.
Romburgh (P. van), 612, 976.
Romer (E.), 648, 719.
Romme (R.), 380, 427, 515, **530** à **541**.
Roques (X.), 720, 756.
Rosati (A.), 687.
Rosati (G.), 292.
Rosenblatt (M.), 720.
Rosenstiehl (A.), 516, 755.
Rosenstiehl (G.), 284, 683.
Rosenthal (G.), 96, 607, 650.

Rosenthal (P.), 720.
Ross (H.-C.), 472, 1026.
Rossard, 47.
Rossello (H.), 96, 721.
Rossi (R.), 796.
Rost, 894.
Rothé (E.), 47.
Rothschild (H. de), 49, 96, 146, 234, 517, 518.
Rothschild (M. de), 894.
Rouband (E.), 144, 469, **916** à **923**, **956** à **960**.
Roubinovitch, 560.
Roule (L.), 1022.
Rouse-Ball (W.), 554.
Rouslacroix, 560, 650.
Roussanof (V.), 682.
Roussel (J.), 381, 428.
Rousset (Henri), 189, 203, 244, 481, 822, 832, 889, 1017.
Roussy (A.), 793.
Roussy (G.), 235.
Rowell (H.-S.), 341.
Roy (P.), 428, 561.
Royds (T.), 339.
Rozenband (Mlle M.), 191, 237, 720.
Rozic (J.), 100.
Rubens (H.), 240, 475, 523.
Rubner (M.), 522.
Ruhemann (S.), 197, 290, 386, 934.
Ruhmer (Ernst), 856.
Rule (Al.), 344.
Runnström (J.), 895.
Russ (C.), 828.
Russ (S.), 651, 1026.
Russell (Dr), 610, 686.
Russell (Al.), 238, 795.
Rutten (L.-M.-R.), 760.

S

Sabatier (P.), 382, 520.
Saboia (de), 559.
Sabourin (Ch.), 754.
Sabrazès (J.), 288, 469, 518, 649, 794.
Sacerdote (P.), 1021.
Sadler (C.-A.), 521.
Sageman (P.-J.), 972.
Saget (P.), 234.
Saint-Blancat, 47.
Saint-Yves-Ménard, 606.
Salebert, 518.
Salet (P.), 1017.
Salimbeni, 144.
Salmon (P.), 192.
Salpeter (J.), 1028.
Saltykow (N.), 793, 826.
Salway (A.-H.), 197, 610, 652.
Sand (H.-J.-S.), 972.
Sande Bakhuyzen (H.-G. van de), 759.
Sanielevici (S.), 606.
Sannia (G.), 291, 432.
Saporta (Antoine de), 729.
Sarthou, 932.
Sartori (G.), 140.
Sartory (A.), 96, 145, 146, 235, 469, 607, 932.
Sauton, 967.
Sauvage (Edouard), 187.
Sauvageau (C.), 96, 518.
Sauveur (Albert), 889.
Savès (A.), 286.
Savornin (J.), 49.
Scala (A.), 687, 896.
Scalia (S.), 896.
Scalinci (N.), 432.
Schäfer (E.-A.), 895.
Schaefer (Cl.), 476.
Schæffer (G.), 560.
Schaffer (J.), 147, 935.
Schechner (K.), 688.
Scheffer (F.-E.-C.), 976.
Scheuer (O.), 893.
Schidrowitz (P.), 197.
Schilling (Friedrich), 643.
Schillinger (R.), 524.
Schmidt (A.), 380.
Schmidt (H.), 342.
Schmidt (W.), 200, 476, 688.
Schmiergeld (A.), 146.
Schmutzer (P.), 148.
Schneider (Dr), 337.
Schneider (R.), 342.
Schneider (W.), 522.
Schnitzler (J.), 720.
Schokalsky (J. de), 648.
Schottky (F.), 475, 523, 722.
Schoute (P.-H.), 147, 148, 200, 343, 344, 388, 564, 612, 760, 976.
Schrader (F.), 715.
Schreinemakers (F.-A.-H.), 344.
Schryver (S.-B.), 291, 789.
Schubert (J.), 1028.
Schukarew (A.), 90.
Schulze (F.-E.), 722.
Schuster (A.), 238.
Schwartz, 606, 722.
Schweidler (E. von), 200, 602, 688.
Scolbe (W.-A.), 1026.
Scott (Al.), 290, 473, 652.
Sehnal (J.), 517.
Seidelin (H.), 895.
Seillière (G.), 235, 288, 469.
Seligmann (C.-G.), 338.
Sellier (J.), 96, 722.
Sémat (L.), 468, 608.
Senderens (J.-B.), 144, 382, 520, 719, 1021.
Senier (A.), 290, 341, 934, 973.
Senter (G.), 973.
Serbonnes (H. de), 969, 970.
Sergent (Ed.), 146.
Sérieux (P.), 898, 930.
Serra (A.), 432, 896.
Sersiron, 966.
Severi (F.), 143.
Seyewetz (A.), 191, 466.
Seyler (C.-A.), 686.
Seyot (P.), 648.
Sézary (A.), 49, 518.
Shattock (S.-G.), 338.
Shaw (A.-N.), 684.
Shaxby (J.-H.), 652.
Shepheard (F.-G.), 290, 341, 973.
Sheppard (S.-E.), 609.
Sherrington (C.-S.), 340, 685.
Shibata (Y.), 934.
Shutt (F.-T.), 473.
Sicre (A.), 682.
Sidersky (D.), 822.
Siebenrock (E. von), 936.
Sieberg (Aug.), **58** à **68**, **117** à **128**.
Sieur, 192, 429.
Sigmund (W.), 100.
Silber (P.), 432.
Silvestri (F.), 292, 432, 687.
Simon (d'Uriage), 966.
Simon, 288.
Simon (Eug.), 334, 968.
Simon (L.-G.), 50, 288.
Simon (L.-J.), 290, 561, 722.
Simon (R.), 721.
Simond, 470, 560.
Simonsen (J.-L.), 341, 522, 611, 652.
Simpson (G.-C.), 431.
Sinéty (R. de), 48.
Sion (Jules), 857.
Sirk (H.), 524.
Sirkar (A.-Ch.), 973.
Sitter (W. de), 388.
Sizes (G.), 516.
Skinner (S.), 238.
Skrabal (A.), 100.
Skraup (Zd.-H.), 342, 476, 612, 935.
Slatinéanu (A.), 50, 193, 236, 337.
Slator (A.), 99.
Sleeswyk (J.-G.), 344, 388, 564.
Smedley (Mlle J.), 197, 1027.
Smiles (S.), 341, 521, 686.
Smith (Mlle A.-E.), 611.
Smith (C.), 934.
Smith (F.-E.), 933.
Smith (J.-L.), 685.
Smith (S.-W.-J.), 238, 386.
Smith (T.), 562.
Smith (W.), 474.
Smits (A.), 796, 976.
Smythe (J.-A.), 99.
Snell (J.-F.), 197.
Snow (A.-E.), 340.
Soddy (F.), 933.
Sohngen (N.-L.), 148.
Solvay (Ernest), **982** à **985**.
Sorel (F.), 383.
Sorrel, 970, 1023.
Sothern (J.-W.), 377.
Soulié (H.), 382.
Soury, 47.
Southcombe (J.-E.), 562.
Spaeth (E.), 1028.
Spangberg (A.), 520.
Spehl, 432.
Stanculeano, 608.
Stanesco (V.), 721, 1023.
Stanshie (J.-H.), 387.
Stansfield (H.), 610.
Steele (B.-D.), 826.
Steensby (Phil.-H.-P.), 331.
Stein (P.), 1028.
Steindachner (F.), 612, 936.
Stekloff (W.), 143, 191, 233, 466.
Stépanoff (M.), 235.
Stephenson (J.), 521.
Stern (Mlle L.), 288, 336, 429, 756, 895.
Stevens (H.-P.), 896, 973.
Stewart (S.), 474.
Stodel (G.), 286.
Stoecklin (E. de), 94, 233, 517.
Stok (J.-P. van der), 148, 343, 611.
Stoney (G.-G.), 431.
Stopes (M.-C.), 758.
Stracker (O.), 935.
Strakosch (S.), 100.
Strauss (P.), 192, 287.
Strecker (E.), 935.
Strohl (J.), 559.
Stroobant (P.), 554.
Struthers (R. de J. F.), 51.
Strutt (R.-J.), 430, 971.
Struve (H.), 475.
Stumpf (K.), 522.
Stuyvaert (M.), 147.
Sudborough (J.-J.), 239, 341, 522, 934.
Sudry (L.), 143, 382.
Suner (A. Pi), 235.
Svedberg (The), 888.
Swarts (F.), 44.
Swinton (A.-A.-C.), 195, 431.
Szilard (B.), 681, 720, 968.
Szreter (I.), 647.

T

Taboury (F.), 606, 756.
Tamman (G.), **407** à **413**.
Tammes (Mlle T.), 200.
Tannhäuser (F.), 475.
Tanon (L.), 429, 649.
Tauret (Ch.), 647, 648, 719, 794.
Tanret (G.), 338, 684, 722.
Tarbouriech (P.-J.), 234, 893, 967.
Tardif, 966.
Taris (Etienne), 228.
Tasker (H.-S.), 51, 610, 973.
Tatlock (R.-R.), 197.
Teisserenc de Bort (L.), 286, **834** à **839**.
Teissier (J.), 46, 649.
Teltscher (F.), 759.
Tenani (M.), 687, 896.
Teppaz (L.), 143.
Téréchine (S.), 563.
Ter Gazarian (G.), 517.
Termier (P.), 334, 335, 558, 606, 648.
Terroine (E.-F.), 146, 192, 467, 650, 719, 756.
Theissen (F.), 100.
Therre (A.), 682, 721, 793, 1024.
Theuveny (L.), 193.
Thévenin (A.), 93, 557, 645.
Thévenon (L.), 933.
Thévenot (L.), 288, 333, 1024.

Thibault (E.), 969.
Thibierge, 895.
Thiesen, 99.
Thiroloix (J.), 96.
Thiroux (A.), 143, 826.
Thole (F.-B.), 686, 933, 934.
Thomae (J.), 887.
Thomas (F.), 473, 1027.
Thomas (J.), 290.
Thomas (L.), 337, 470, 518, 607, 681, 722, 794, 970.
Thomas (W.), 686.
Thompson (G.-W.), 474.
Thompson (H.-B.), 341, 522.
Thompson (J.-T.), 198.
Thompson (S.-P.), 239, 340.
Thomson (R.-T.), 197.
Thooris (A.), 429.
Thornley (T.), 521.
Thornton (W.-M.), 609.
Thorpe (J.-F.), 99, 197, 239, 386, 934, 973.
Thorpe (T.-E.), 341.
Thoulet (J.), 48, 189, 233, 382.
Thouvenot (M.), 648.
Thouveny (L.), 94, 606.
Thovert (J.), 95, 286.
Threlfall (R.), 522, 759.
Tian (A.), 97, 560.
Tieri (L.), 687.
Tietze (H.), 612, 688.
Tilleneau (M.), 193, 471.
Tikhoff (G.-A.), 191.
Tilho, 1022.
Timmermans (J.), 976.
Tinkler (Ch.-K.), 473.
Tison (A.), 48.
Tissot (C.), 647, 720, 856, 888, 928.
Titherley (A.-W.), 386, 522.
Tixier (L.), 469, 560, 606.
Todd (G.-W.), 827.
Tombrock (W.), 759.
Tommasina (Th.), 893.
Tonelli (L.), 291, 432, 687.
Tonnelat (E.), 142.
Tornquist (A.), 475, 723.
Toubeau (M.), 602.
Touchet (Em.), 191.
Touplain (F.), 428, 1021.
Touyéras (M.), 649, 650, 682.
Townsend (J.-S.), 195.
Trabacchi (G.-C.), 687.
Trabert (W.), 1028.
Trabut, 719.
Trannoy (R.), 144.
Traquair (J.), 387.
Traube (J.), 51, 563.
Traube-Mengarini (M.), 687.
Traube-Mengarini (Mme), 896.
Traynard (E.), 48.
Tribondeau (L.), 50, 96, 288, 471.
Tribot (J.), 335.
Triboulet (H.), 288, 1024.
Trillat (A.), 283, 287, 335, 967.
Trivelli (A.-P.-H.), 344.
Trobridge (F.-G.), 387.
Troisier (J.), 49, 383, 469, 650, 895, 933, 1024.
Trouessart (E.-L.), 47, 968.
Trousseau (A.), **502** à **510**.
Truc, 469.
Tsakalotos (D.-E.), 516.
Tschermak (A. von), 292.
Tscherning, 681.
Tuck (W.-B.), 972.
Tucker (W.-S.), 340.
Tuffier, 234, 517, 932.
Tur (J.), 793.
Turk (M.), 342.
Turnau (R.), 612.
Turner (H. H.), 428.
Turner (W. E. S.), 521, 686.
Turpain (Albert), 7, 94, 202, 887.
Turro (R.), 235.
Tutin (F.), 473, 686, 1026.
Tutin (H.), 197.
Tutton (A. E. H.), 758.
Tweedy (M.), 195.
Twiss (D. F.), 99, 611, 934, 972.
Twort (F.-W.), 561.
Tzitzeica (G.), 381.

U

Ulbrich (H.), 935.
Urbain (G.), 47, 94, 648, 681, 893.
Uven (M. J. van), 147, 975.

V

Vacher (A.), 1018.
Vaillant (P.), 466.
Vaillard (L.), 468, 1023.
Valckenier-Suringar (J.), 612.
Valckenier-Suringar (L.), 564.
Valenta (E.), 524, 935.
Valeur (A.), 47.
Valkenburg (C.-P. van), 976.
Vallaux (Camille), 44.
Vallier (E.), 605.
Vallon, 860.
Valude (E.), 468.
Vandernotte (L.), 467.
Vaney (C.), 682.
Vanstone (E.), 239.
Variot, 146.
Vaucher, 287, 288, 429.
Vavon (G.), 516, 648, 1021.
Vayssière (A.), 894.
Vélain (Charles), 678.
Veley (V.-H.), 473, 652.
Venturi (A.), 896.
Vérain (M.), 650.
Verdun (P.), 756.
Verliac (H.), 560.
Vermorel (J.) 191, 717, 1020.
Verne (J.), 682.
Vessiot (E.), 191, 428, 931.
Vetter (H.), 342.
Vialleton (L.), 859.
Vidal de la Blache (J.), 464.
Vieillard (A.), 49.
Vieweger (H.), 426.
Vigier (P.), 467, 469.
Vigneron (Eugène), 752.
Vignon (L.), 381, 467, 516, 569.
Vigreux (Henri), 338.
Viguier (P.-L.), 233, 649, 755.
Vila (A.), 47.
Villard (P.), 48, 94.
Villaret (M.), 607, 650, 756, 933, 969.
Ville (J.), 192.
Villeneuve, 1028.
Vincent (H.), 335, 382, 560, 721, 894, 1020, 1023.
Violle (J.), 48.
Viré (A.), 467, 648.
Vitry (G.), 517, 649, 650, 682, 755.
Vles (F.), 144, 649, 932, 969.
Vodden (L.), 197.
Voigt (W.), 147, 677.
Voisin (G.), 47.
Voisin (R.), 469.
Volterra (V.), 291, 432.
Vorisek (A.), 796.
Vosmaer (G.-C.-J.), 344.
Vouk (V.), 147.
Voyer (Cte), 821.
Vries (H. de), 343.
Vries (J. de), 198, 343, 388.
Vries (O. de), 976.
Vuillemin (P.), 287, 966.
Vulquin (E.), 48, 517.

W

Waals (J.-D. van der), 43, 147, 148, 199, 388, 564, 611.
Waals jun. (J.-D. van der), 343.
Wade (J.), 973.
Waelsch (E.), 200.
Wagner (A.), 100.
Wagner (T.-B.), 473.
Wahl (A.), 192, 334, 520, 681.
Wahl (B.), 612.
Waidner (W.), 467.
Walker (J.), 473, 687, 934.
Wallach (O.), 386.
Waller (A.-D.), 561, 970.
Wallerant (F.), 516.
Walpole (G.-S.), 387, 972.
Warburg (E.), 974.
Warburton (Cécile), 603.
Warcollier (G.), 681.
Wassmuth (A.), 100.
Watson (E.-R.), 972.
Watson (H.-E.), 51, 609.
Watson (W.), 238.
Watt (H.-E.), 341.
Watteville (C. de), 720.
Weber (A.), 235, 384, 649, 650.
Weber (F.), 935.
Wedekind (E.), 290.
Weevers (Th.), 976.
Wegscheider (R.), 524, 1028
Wehnelt (A.), 387.
Weill (A.), 235, 607.
Weill (J.), 288.
Weinberg (M.), 49, 146, 193, 383, 518, 895, 932.
Weisgerber (F.), 718.
Weiss (G.), 49, 50, 192, 721, 932.
Weiss (P.), 861.
Weiss (V.) 688.
Weizmann (Ch.), 687.
Wellik (A.), 100.
Wellisch (E.-M.), 795.
Welsch (J.), 286, 381.
Wenckebach (K.-F.), 344.
Went (F.), 612.
Went (F.-A.-F.-C.), 344.
Wenzel (F.), 147, 343.
Werbitzky (F.-W.), 649.
Wernicke (Gustave), 789.
Wernicke (K.), 282.
Werstenstein (L.), 720.
Wertheimer (E.), 232, 607, 649, 794.
West (G.-S.), 431, 896.
West (W.), 431.
Westphal (W.), 431, 724.
Wheldale (Mlle M.), 430
White (James), 822.
White (Jean), 609.
Whiteley (Mlle M.-A.), 99, 473.
Wichmann (C. E.-A.), 759.
Wickham (Dr Louis), 517, 645, **902** à **912**.
Widal (F.), 50, 517, 560, 649, 1023.
Widal (P.), 606.
Wiedemann (E.), 723.
Wiesner (J.), 100, 382, 612.
Wietrzykowski (W.), 931.
Wildeman (E. de), 427, 603.
Wilkie (J.-M.), 198, 759.
Wilks (W. A.-R.), 686.
Wilson (A.), 291.
Wilson (E.), 795.
Wilson (H.-A.), 561, 609, 795, 826.
Wilson (J.-G.), 472.
Wilson (J.-T.), 685.
Wilson (R.-W.), 51.
Wilson (W.), 827.
Winkler (C.), 148.
Winmill (T.-F.), 386.
Winter (M.), 426.
Wirtinger (W.), 524.
Wise (A.), 473.
Witsenburg (E.-C.), 796.
Witz (Aimé), 187, 377, 1021.
Woeber (A.), 342.
Wolff (J.), 234, 382, 518, 793.
Wologdine (S.), 335, 647, 931.
Woltereck (H.), 48.
Wonisch (F.), 343.
Wood (J.-K.), 522.
Wood (T.-B.), 340.
Woodhouse (J.-O.), 686.
Worms, 969.
Worrall (Mlle E.), 522.
Wren (H.), 934.
Wright (A.), 610.

Wright (A.-M.), 239, 896.
Wroczynski (A.), 559.
Wuite (J.-P.), 976.
Wunsch (D.-F.-S.), 197.
Würschmidt (J.), 974, 975.
Wurtz (H.), 895, 932.
Wuyts (H.), 382.
Wyrouboff (G.), 561, 651.

Y

Yamanouchi (T.), 383, 470, 649.
Yates (J.), 522.
Yorke (W.), 757.
Young (W.-H.), 143.
Young (W.-J.), 827, 971.
Yvon (P.), 49, 860.

Z

Zachariadès (N.), 893.
Zahlbruckner (A.), 476.
Zahn (H.), 524, 1027.
Zahradnik (K.), 100.
Zambonini (F.), 292, 432.
Zappa (G.), 432.
Zaremba (S.), 605.
Zeeman (P.), 199.
Zeiller (R.), 382.
Zeisel (S.), 1028.
Zellner (J.), 200, 688.
Zenneck (J.), 927.
Zikes (H.), 524.
Zimmermann, 475, 522.
Zimmern (A.), 335.
Zirkel, 94.
Zitek (A.), 292.
Zolla (D.), **631** à **642**.
Zoretti (L.), 228.
Zuckerkandl (E.), 147.
Zuderell (H.), 935.
Zunino (V.), 432.
Zuylen de Nyevelt (Mme Hélène de), 46.
Zwaardemaker (H.), 759.
Zylstra (K.), 344.

Paris. — L. Maretheux, imprimeur, 1, rue Cassette.

MBL WHOI Library - Serials
5 WHSE 02315